

VŠB – Technická Univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Návrh nové technologické dispozice v lisovně

Proposal of New Technological Layout in Pressing

Student:

Bc. Filip Vágner

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Vladimíra Schindlerová

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Filip Vágner**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
Specializace: 20 Strojírenská technologie
Téma: **Návrh nové technologické dispozice v lisovně**
Proposal of a New Technological Layout in Pressing

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska zadané problematiky.
2. Analýza a rozbor stávajících kapacit v lisovně.
3. Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků s ohledem na řešenou oblast.
4. Návrhy řešení a jejich rozpracování v oblasti logistiky, umístění a skladování.
5. Zhodnocení navrženého řešení a přínos práce pro praxi.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Český normalizační institut, 2011. 40s.
TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1.
MUTHER, R., HAGANÄS, K. *Systematické navrhování manipulace s materiálem*. Vyd. 1. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1973. 129 s.
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. Vyd. 3. Brno : CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
TUČEK, D., BOBÁK R. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. uprav. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

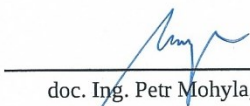
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová**


Konzultant diplomové práce: Ing. Petr Řeha

Datum zadání: 12.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015




doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 13.5.2015

Váňa

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на svědomі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užívat dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на věдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 13.5.2015


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Filip Vágr

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Pod Vodárnou 3, Šumperk 78701

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

VÁGNER, F. *Návrh nové technologické dispozice v lisovně: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2015, 69 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Diplomová práce se zabývá zpracováním návrhu na nové umístění lisu v lisovně. Hlavním cílem této práce je navržení optimálního řešení s ohledem na skladové a odpadové hospodářství. V úvodní části práce je stručně popsána společnost a následně je vybrána nabídka na lis pomocí vhodné metody. Po stanovení cílů byla zpracována analýza materiálového toku a pomocí schémat materiálových toků byly navrženy čtyři varianty. V závěru je popsáno finální umístění lisu a postup jeho instalace. Podnik díky navrženým variantám zvýší produktivitu, efektivnost a kvalitu ve výrobě.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

VÁGNER, F. *Proposal of New Technological Layout in Pressing: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2015, 69 p. Thesis head: Schindlerová, V.

Master thesis deals with the processing of the application for a new location for the press at the pressing. The main purpose of this work is to design an optimal solution with regard to storage and waste management. In the first part of the thesis describes the company and then selects a press using appropriate methods. After setting objectives, was processed analysis of material flow and material flow diagrams have been designed four variants. In conclusion, described the final placement of the press. Business through these options proposed increase productivity, efficiency and quality in production.

Obsah

Seznam použitého značení	9
Seznam použitých zkratk.....	10
Úvod.....	11
1 Stručný úvod do problematiky	12
1.1 Projektování lisoven	12
1.2 Způsoby rozmístění strojů a pracovišť	12
1.2.1 Technologické uspořádání	12
1.2.2 Předmětné uspořádání	13
1.2.3 Modulární uspořádání	14
1.2.4 Buňkové uspořádání.....	15
1.2.5 Kombinované uspořádání.....	15
1.3 Projektování linek	16
1.4 Teoretické základy řešení problematiky	18
1.4.1 Průběžná doba výroby	18
1.4.2 Kapacita.....	18
1.4.3 Materiálový tok	18
1.4.4 Lisovací linka	18
2 Analýza současného stavu	20
2.1 Stručná historie firmy	20
2.2 Popis společnosti.....	22
2.2.1 Návrh a vývoj	22
2.2.2 Měřicí a kontrolní zařízení	23
2.2.3 Svařování.....	24
2.2.4 Obrábění.....	25
2.2.5 Lisování.....	26
2.3 Stávající dispozice	30
2.4 Skladování	32

2.5	Definování problému	33
2.6	Výběrové řízení.....	34
2.7	Vyhodnocení nabídek pomocí vícekritériálního rozhodování.....	34
2.7.1	Stanovení koeficientů významnosti	35
2.7.2	Vícekritériální rozhodování - metoda vážených dílčích pořadí	39
2.8	Lis Umformtechnik 800	41
2.9	Analýza materiálových toků	44
2.9.1	Schémata materiálových toků	44
2.10	Kapacitní propočet.....	44
3	Vyhodnocení analýzy a stanovení cílů.....	46
3.1	Vyhodnocení analýzy	46
3.2	Stanovení cílů	46
4	Návrhy umístění	47
4.1	Návrhy jednotlivých řešení	47
4.1.1	Návrh řešení č. 1	47
4.1.2	Návrh řešení č. 2	49
4.1.3	Návrh řešení č. 3	50
4.1.4	Návrh řešení č. 4	51
4.2	Sítový graf.....	53
4.2.1	Nejdříve možné termíny.....	54
4.2.2	Nejpozději přípustné termíny.....	54
4.2.3	Výpočet kritické cesty.....	55
4.2.4	Popis sítového grafu	55
5	Návrh vybraného umístění	57
5.1	Hlučnost.....	58
5.2	Kapacitní propočet pro nový lis.....	58
5.3	Doporučený postup instalace nového lisu	61
6	Zhodnocení přínosu práce	63

Závěr.....	65
Použitá a studovaná literatura	66
Seznam obrázků	67
Seznam tabulek.....	68
Seznam grafů	68
Seznam příloh	69

Seznam použitého značení

A	počet dnů sobot a nedělí	[<i>dny</i>]
B	počet dnů placených svátků	[<i>dny</i>]
B_j	koefficient významnosti	[-]
B_{jN}	normovaný koefficient významnosti	[-]
C	počet dnů dovolené	[<i>dny</i>]
D_r	počet dnů v roce	[<i>dny</i>]
E_{de}	efektivní časový fond dělníka	[<i>hod/rok</i>]
E_{se}	kapacita pracoviště na jednu směnu	[<i>hod/rok</i>]
G	počet dnů pracovní neschopnosti a obecných překážek v práci	[<i>dny</i>]
N	počet párů	[<i>páry</i>]
P_j	součet dílčích pořadí	[-]
T_p	celková průběžná doba výroby součásti na lince	[<i>min</i>]
V_j	vyhodnocení jednotlivých variant	[-]
g	počet vzájemně zaměnitelných pracovišť	[-]
h	počet pracovních hodin za směnu	[<i>hodiny</i>]
i	výchozí uzel	[-]
j	navazující uzel	[-]
m	počet kritérií	[-]
n	počet kusů vyrobených za rok	[<i>ks</i>]
n_0	počet operací	[-]
p	počet expertů	[-]
s	směnnost pracoviště	[<i>směna</i>]

s_s	zvolená směnnost	[<i>směna</i>]
t	takt stroje (linky)	[<i>min</i>]
z	počet nevyhnutelných časových ztrát	[%]
\mathcal{N}_j	počet bodů přiřazených k - tým expertem j - tému kritériu	[-]
η	součinitel časového využití stroje	[-]

Seznam použitých zkratk

a.s.	akciová společnost	
CAM	počítačová podpora výrobní činnosti	
CNC	číslicové řízení počítačem	
NMT	nejdříve možný termín uzlu	T_E
NPT	nejpozději přípustný termín uzlu	T_L
NMZ	nejdříve možný začátek činnosti	$t_i^{(0)}$
NPZ	nejpozději přípustný začátek činnosti	$t_i^{(1)}$
NMK	nejdříve možný konec činnosti	$t_j^{(0)}$
NPK	nejpozději přípustný konec činnosti	$t_j^{(1)}$
D	čas trvání činnosti	y_{ij}
ISO	mezinárodní norma	

ÚVOD

Každá výrobní společnost, která chce uspět v oblasti průmyslové výroby, se musí trvale zabývat efektivností a kvalitou své produkce. Z tohoto důvodu musí uplatňovat ve svém oboru nejmodernější poznatky vývoje výzkumu a dostupnosti kvalitních technologií.

Ve své diplomové práci se zabývám uplatněním modernizací výrobního procesu ve společnosti MORAVIA Stamping a.s., která působí, jako dodavatel lisovaných dílů za studena pro automobilový průmysl. Pro zvýšení konkurenceschopnosti a udržení stávajících kontraktů v této oblasti je nutné stále reagovat i na požadovanou kvalitu výrobků od výrobců automobilů, zvyšovat jejich produkci a rozšířit výrobní sortiment. Rozhodující technologií pro výrobu lisovaných dílů je samozřejmě kvalitní zařízení pro jejich výrobu.

Vzhledem k tomu, že výrobním sortimentem společnosti MORAVIA Stamping a.s. jsou lisované díly je modernizace výrobní technologie zaměřena na tuto oblast. Úkolem mé diplomové práce je zpracovat návrh na nové umístění lisovacího zařízení včetně určení materiálových toků se zaměřením na skladové a odpadové hospodářství.

Cílem této diplomové práce by mělo být zvýšení výrobní produkce, kvality a efektivity výroby, tak aby společnost MORAVIA Stamping a.s. byla trvalým partnerem výrobců světových automobilových značek.

1 STRUČNÝ ÚVOD DO PROBLEMATIKY

V diplomové práci bude řešena problematika z oblasti projektování lisoven. Navržené řešení musí být v souladu s bezpečností práce a musí být zajištěno zvýšení produktivity, efektivity a zvýšení kvality ve výrobním procesu.

1.1 Projektování lisoven

V lisovnách se zejména provádí tváření kovů za studena, což je jednou z nejproduktivnějších metod ve strojírenské výrobě. U mechanických provozů jsou lisovny obvykle přidruženy jako samostatné provozy, hromadná a velkosériová výroba je podmínkou pro jejich zavedení. Vylisovaný výrobek může být zhotoven každým zdvihem lisu, přičemž čas této pracovní operace je měřen v sekundách. Životnost nástroje může být ovlivněna hospodařením při výrobním procesu na lisech. Celková úspora nákladů při lisování se může projevit úsporou materiálu i výrobního času. Proto je zcela nezbytné při vypracování výrobních postupů porovnat s co možná největší pečlivostí všechna možná technologická řešení a zvolit tu variantu výroby, která je nejhospodárnější. Při návrhu nového způsobu výroby lisováním musí technolog perfektně znát starou technologii. [1]

1.2 Způsoby rozmístění strojů a pracovišť

Specializace daného úseku ve značné míře ovlivňuje rozmístění pracovišť. Výchozím řešením pro rozmísťování strojů na pracovišti je rozbor současné situace pomocí řady metod používaných v projektování. Nejpodstatnější je, aby konečné umístění strojů bylo optimální z hlediska základních požadavků, jako je hospodárnost výroby, přehlednost uspořádání, přímočarost a nevratnost technologického toku, minimální manipulace, zabraný prostor a v neposlední řadě bezpečnost práce. [2]

Rozlišuje se 5 základních způsobů uspořádání:

- volné,
- technologické,
- předmětné,
- modulární,
- buňkové. [2]

1.2.1 Technologické uspořádání

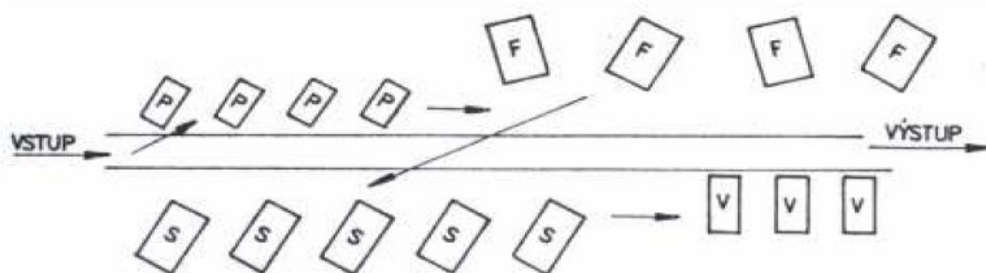
V technologických postupech jsou jednotlivé operace i rozmístění strojů sjednocovány podle jejich návaznosti a příbuznosti. Na základě tohoto způsobu uspořádání pracoviště

vznikají skupiny, které se skládají ze strojů stejného typu. Jelikož sortiment vyráběných dílů je mnohotvárný, je obtížné stanovit jednotný směr materiálového toku.

Prostřednictvím tohoto uspořádání je docíleno lepšího využití strojů, potřeba nástrojového vybavení je snížena, snadnější údržba a mistři se mohou specializovat podle profesí. [2]

Nevýhodami technologického uspořádání jsou dlouhé dopravní cesty při přepravě dílů mezi pracovišti, náročnost přípravy a řízení výroby, relativně delší doba výroby, nutná potřeba meziskladů a také relativně velký objem rozpracované výroby a v tom případě i relativně velký objem v nich vázaných oběžných prostředků. [2]

Tento způsob organizace pracoviště je nejčastěji využíván v kusové a malosériové výrobě těžkého a středního strojírenství. Samotný strojní park a nářadí je univerzální, obsluha strojů a dělníci jsou vyučeni a mají odpovídající kvalifikace.



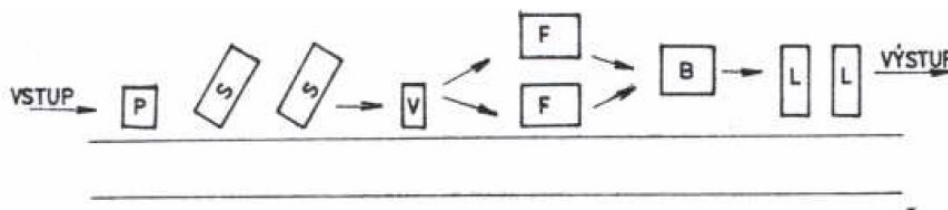
Obr. 1 Technologické uspořádání pracovišť [2]

1.2.2 Předmětné uspořádání

Charakteristickým rysem předmětného uspořádání pracovišť se vyznačuje výrobní úsek, do kterého jsou zahrnuta všechna technologická pracoviště, která jsou nezbytná pro výrobu dané části konkrétního výrobku, skupiny výrobků či montážního celku. Výsledkem tohoto uspořádání jsou potom výrobní úseky. Výrobní úseky určují předmět své výroby prostřednictvím svého označení či pojmenování.

Mezi výhody předmětného uspořádání patří krátké a přehledné dopravní cesty mezi jednotlivými pracovišti, krátké průběžné doby výroby. Dále také relativně menší potřeba meziskladů a menší náročnost přípravy a řízení výroby.

Nevýhodami předmětného uspořádání jsou např. velká citlivost na změny výrobního programu, obtížnost či nemožnost využití volných kapacit pracovišť přijetím kooperačních prací. Dále také větší náročnost na údržbu a opravy speciálních jednoúčelových strojů a zařízení. [2]



Obr. 2 Předmětné uspořádání [2]

1.2.3 Modulární uspořádání

Pro toto uskupení je charakteristické seskupování stejných technologických bloků, kdy každý z nich plní více technologických funkcí. Celý provoz je složen z podobných nebo stejných modulů - skupin pracovišť.

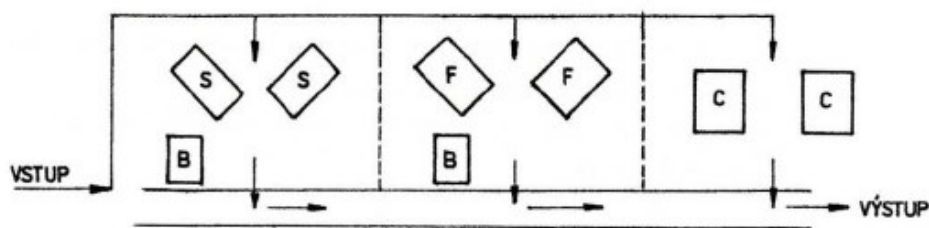
Nejčastějším příkladem modulárního uspořádání je skupinové nasazení NC strojů v klasicky řízené dílně, nebo soustředění více obráběcích center. Pracoviště uspořádané modulárně mají vyšší produktivitu práce, a proto mají v dílně jedno z nejdůležitějších postavení. Ať už to bereme z hlediska obsluhy strojů nářadím, materiálem, výkresovou dokumentací, tak z hlediska systému plánování a řízení přípravy zakázek.

Modulární pracoviště se využívají ve dvou i třisměnném provozu z důvodu vyšší produktivity práce. Toto uspořádání se nejčastěji používá ve všeobecném, středně těžkém i těžkém strojírenství v kusové a malosériové výrobě.

Modulární uspořádání pracovišť lze charakterizovat těmito vlastnostmi:

Mezi výhody patří zmíněná vysoká produktivita práce. Dále zkrácení operačních i mezioperačních časů, zkrácení průběžné doby výroby a zkrácení manipulačních drah. Výhodou je také zlepšení organizace práce a řízení výroby. [2]

Nevýhodou je, že toto uspořádání klade větší nároky na technickou přípravu výroby a vysoká cena strojů a zařízení. [2]



Obr. 3 Modulární uspořádání [2]

1.2.4 Buňkové uspořádání

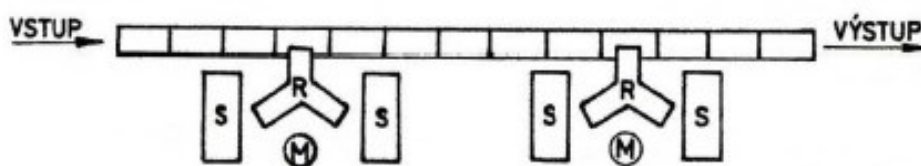
Je způsob uspořádání pracovišť, kdy buňku obvykle tvoří produktivní stroj s mechanizovaným nebo automatizovaným okolím (robotem, zásobníky, zařízení na obracení a polohování výrobku, speciálními technologickými paletami atd.). Jsou to pracoviště plně mechanizovaná, automatizovaná nebo robotizovaná tzv. automatizovaných výrobních systémů.

V tomto systému je více výrobních zařízení a je zde dokonale vyřešena operační i mezioperační manipulace i vlastní řídicí systém, který je ovládán nadřízeným připojeným řídicím systémem.

Buňkové uspořádání pracovišť lze charakterizovat těmito vlastnostmi:

Stejně jako u modulárního uspořádání i u buňkového uspořádání je výhodou vysoká produktivita práce. Další výhodou je automatizovaná, robotizovaná operační i mezioperační manipulace s materiálem. [2]

Nevýhody jsou podobné jako u výše uvedeného modulárního uspořádání.

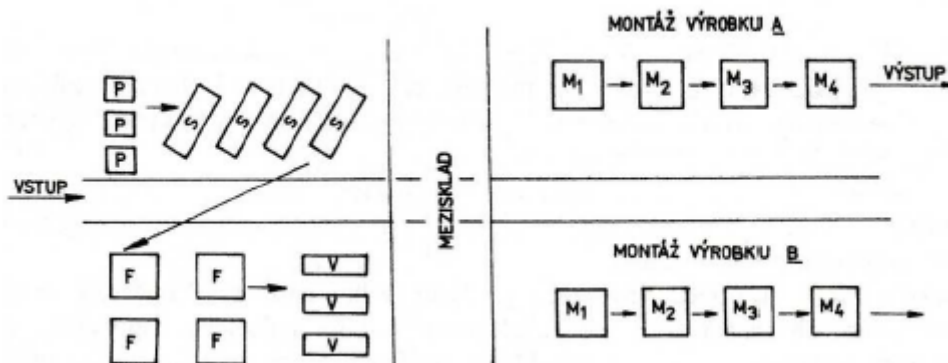


Obr. 4 Buňkové uspořádání [2]

1.2.5 Kombinované uspořádání

Tento způsob se využívá pro projektování velkých celků, kdy projektant nemůže použít pouze jen jeden způsob uspořádání pracovišť, ale musí zvolit vhodnou kombinaci

dvou nebo více způsobů. Toto uspořádání se používá ve všeobecné až středně těžké strojírenské středně sériové výrobě. [2]



Obr. 5 Kombinované uspořádání[2]

1.3 Projektování linek

U linek je výroba taková, že uspořádání materiálového toku je plynulé, rovnoměrné a zpracovává se v časově sladěných operacích. Výroba probíhá plynule v nejkratší, obvykle přímé dráze.

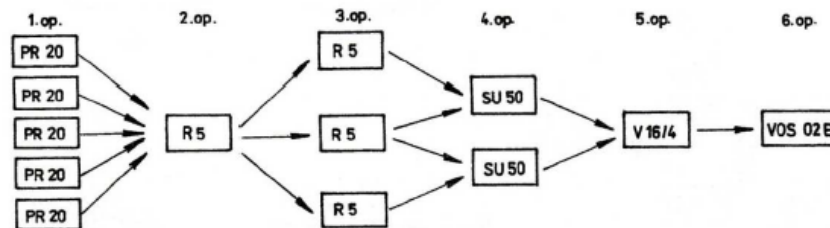
Hlavním znakem tohoto způsobu výroby je „linka“, tj. dráha, podél které jsou seřazena jednotlivá pracoviště. Je několik možných průběhů výroby na lince. Za nejvyšší formu linky je považována linka se synchronizovaným taktem v neustálém proudu a každá operace je obsazena stavebnicovou obráběcí jednotkou.

Nejdříve se dílec upne na mechanizovaný, periodicky se pohybující transportér prochází postupně všemi operacemi automaticky s přesným nastavením do pracovních poloh, posuv nástrojů k obrobku, do řezu a odsun po opracování je taktéž automatický. Na konci linky vychází obrobek a zkontrolovaný dílec.

Při projektování linek narážíme na řadu problémů. Jedním z nich je stanovení množství zařízení a strojů tak, abych jejich využití bylo dostatečně vysoké. Právě proto musíme provádět zásahy v technologických postupech výroby. [2]

Musí být použita tzv. synchronizace s ohledem na využití strojů a zařízení, tak i s ohledem na vytížení pracovníků. Kvalifikovaní rozboráři musí provést rozbor časů s cílem potřebných úprav kusových časů. Jelikož je čas závislý na pracovních podmínkách, musíme zavést technicko-organizační opatření, jako např.:

- sloučení a rozdělení operací a úkonů,
- návrh upínacího přípravku, který by umožňoval současné obrábění více kusů,
- aplikace moderních řezných nástrojů umožňujících zvýšení řezné rychlosti,
- mechanizace, robotizace a automatizace práce.[2]



Obr. 6 Schematické znázornění linky [2]

Po provedení synchronizace je nutné sestavení schematického náčrtu linky (obr. 6). Toto znázornění si pak převedeme do konkrétního dispozičního řešení ve vymezeném prostoru lodi, včetně návrhu manipulace s materiálem.

U progresivních linek, kde je manipulace mezi jednotlivými pracovišti zajištěna dopravníkem, se musí tento dopravník také navrhnout, protože tyto druhy mezioperačních linkových dopravníků nejsou běžně vyráběny.

Při výrobě na lince se řeší koordinace vztahů a pohybů materiálu, dělníka a stroje. Pro samotné máme možnost vybrat si způsob koordinace, např.:

- *pohyb materiálu* - součást se pohybuje od jednoho pracoviště ke druhému,
- *pohyb dělníka* - dělník postupuje od pracoviště k pracovišti a vykonává zde úkony na stabilním pracovišti,
- *pohyb nástrojů (strojů)* - dělník na stabilním pracovišti užívá postupně různých přetransportovaných nástrojů (zařízení),
- *pohyb dělníka i nástroje materiálu, (stroje)* - v průběhu operace se spolu s výrobkem pohybuje dělník i nástroj. Po vykonání určitých úkonů na výrobku se vrací i s nástrojem (zařízením) zpět k následnému výrobku.
- *jiné kombinace* [2]

1.4 Teoretické základy řešené problematiky

1.4.1 Průběžná doba výroby

Existují dva pohledy na průběžnou dobu výroby. A to pohled z hlediska podniku jako celku, kdy se jedná o časový úsek od přijetí objednaného zboží až do doby předání finálního či hotového výrobků zákazníkovi. Druhý pohled z hlediska výrobního provozu jednotlivých pracovišť, zde se jedná o časový úsek od zahájení první operace až do dodání na další pracoviště.[1]

1.4.2 Kapacita

Výrobní kapacita je charakteristická určitým množstvím výrobků, které je možné vyrobit v určitém časovém úseku. Bývá udávána v hodinách, dnech, měsících, rocích a při optimálních podmínkách. Na základě výpočtu výrobní kapacity lze určit počet strojů a jejich využití či vytížení. [3]

1.4.3 Materiálový tok

Nejefektivnější posloupnost pohybu materiálů nezbytnými fázemi výrobního procesu je zkoumána při analýze materiálového toku. Aby byla zajištěna efektivita materiálového toku je nezbytné, aby postup materiálu ve výrobním procesu byl progresivní a bez zbytečných zpětných materiálových toků. [4]

1.4.4 Lisovací linka

Pro navržení optimálního umístění lisu je nutné znát všechny technologické části jeho linky. Jejich rozměry a jednotlivé parametry. Každý výrobce k lisu dodává další zařízení, které zvyšují produktivitu a výkon lisu.

Nejčastěji se lisovací linka skládá z odvíječe svitku plechu, rovnačky plechu, dopravníku výlisků a lisu. Jeho součástí je i podavač plechu s mazacím zařízením.

a) Odvíječ svitků

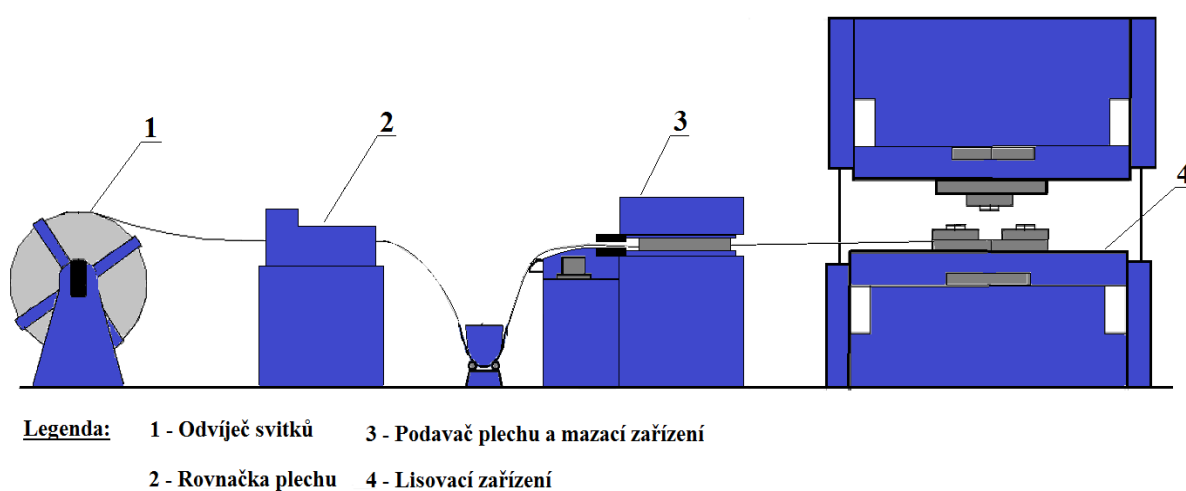
Odvíječ svitků slouží k upnutí svitku a pro odvíjení potřebné délky pásu plechu. Z odvíječe je plech veden do rovnačky a dále pak do lisovacího zařízení.

b) Rovnačka plechu

Rovnačka slouží pro podávání plechu a následné rovnání za studena. Materiál je před vstupem do rovnačky zbavován nečistot pomocí čistícího válce. K rovnání svitků dochází mezi dvěma řadami válců, mezi kterými jsou plechy protahovány.

c) Podavač plechu a mazací zařízení

Jak bylo zmíněno výše, součástí lisu je podavač a mazací zařízení. Podavač je posuvný přístroj, který je složen ze dvou válců, mezi kterými prochází plech. Podávací rychlost plechu je programovatelná a disponuje pamětí, do které lze nahrát údaje o nástrojích. Za podavačem bývá umístěno mazací zařízení, které nanáší na plech mazivo, ještě než vstoupí do nástroje. Mazivo nám slouží k ochlazení nástroje a pro snížení tření a díky tomu prodlužuje jeho životnost a trvanlivost.



Obr. 7 Schéma lisovací linky na svitky plechu

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této části diplomové práce je představena společnost MORAVIA Stamping a.s., popsána historie a výroba. Jsou zde uvedeny stávající dispozice ve výrobě a výběrové řízení na nový lis.

2.1 Stručná historie firmy

Historie tohoto podniku se začala datovat od roku 1828, kdy vídeňský podnikatel Mathias Salcher založil společnost na výrobu knoflíků v Bílovci. V roce 1856 byla firma přejmenována na Massag. A v roce 1945 po znárodnění byla firma začleněna pod vedení tehdy národní společnosti Koh-i-noor Praha.

Výroba knoflíků v té době neměla konkurenci a proslavila se po celém světě a nejvíce v Americe. Knoflíky tvořily po dlouhá léta základní výrobní program a jejich výroba pokračovala až do roku 1949. Po roce 1949 začal pan Salcher postupně rozšiřovat výrobní program o různé oděvní a obuvní doplňky, lyžařské vázání a různých ručních lisů a strojů na zarážení kroužků a nýtů.

Výroba psacích per byla zahájena v roce 1953 a výrobní program se zužoval převážně na výrobu drobného kovového zboží, které dosahovalo až 70% objemu. Výroba per dosáhla svého vrcholu v roce 1960 a v té době se následně rozšiřuje výrobní program o výrobu botových kroužků, háčků, kování pro koženou galanterii, slévárenské podpěrky, klíčové kroužky, trubkové nýty a hlavně i na výrobu auto příslušenství a dílů pro osobní vozy.



Obr. 8 Historické lisy [5]

Novodobá historie společnosti se píše od roku 1990 založením akciové společnosti a pokračováním ve výrobním programu. V první polovině devadesátých let byla společnost poznamenána ztrátou pozic v oblasti dodávek do automobilového průmyslu. Firma si udržela své tradiční pozice na exportních trzích. Investice do ekologizace a modernizace výrobního provozu společnosti představovala velké ekonomické zatížení a následně toto hospodaření uvedlo podnik do recese.

V roce 1999 proběhlo znovu založení akciové společnosti novými akcionáři a novým managementem. První postupový lis o síle 4000 kN, byl instalován v roce 2001 a tím se nastroval rozvoj sériových dodávek. V roce 2004 se rozdělila mateřská společnost na 3 divize podle charakteru výroby a prodeje. V roce 2005 se přesunula divize AUTOMOTIVE do nového areálu ve Fulneku. K odtržení od společnosti MASSAG a.s. došlo 1.9. 2008 a založila se nová společnost MASSAG Stamping a.s. se sídlem ve Fulneku a následně v roce 2014 se podnik přejmenoval na MORAVIA Stamping a.s.



Obr. 9 Sídlo společnosti

2.2 Popis společnosti

Společnost MORAVIA Stamping a.s. se specializuje na vývoj a výrobu dílů lisovaných za studena. Součástí výrobního programu je vývoj a výroba lisovacích nástrojů, kontrolních měrek a různých přípravků.



Obr. 10 Logo společnosti MORAVIA Stamping a.s. [5]

2.2.1 Návrh a vývoj

MORAVIA Stamping a.s. má konstrukční, vývojový a výrobní potenciál splňující nejvyšší požadavky zákazníků. Společnost spolupracuje se zákazníky ve všech fázích vývoje výrobku a procesu od návrhu až po úspěšnou realizaci sériové výroby.

Konstrukce a výroba nářadí

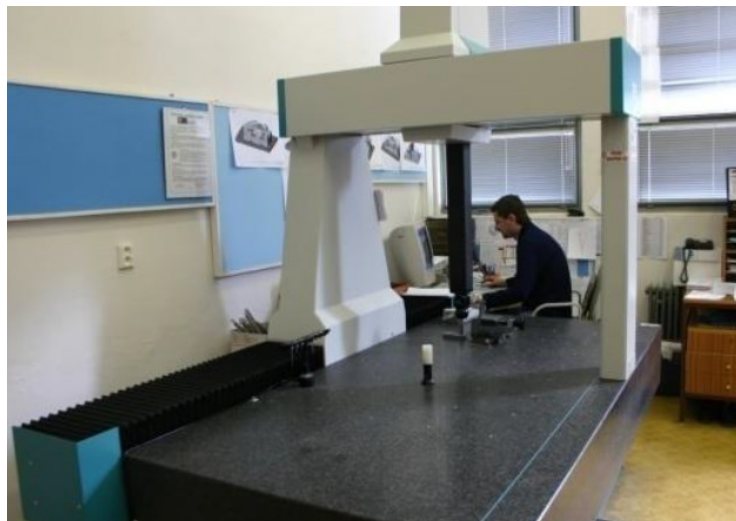
Nástroje společnost vyrábí podle dokumentace zhotovené ve vlastní konstrukci a technologii na moderních grafických pracovištích. Veškerá technologická dokumentace a programy pro CNC, obráběcí centra a elektroerozivní obrábění je prováděna v CAM systémech.

Nástroje:

- transferové
- kombinované (nýtování, tváření závitů apod.)
- postupové
- manuální
- střížné, ohýbací, tahové, pro hluboké tažení, víceřádkové

2.2.2 Měřicí a kontrolní zařízení

- 3D SMS WENZEL LH 87 - Měřicí souřadnicový přístroj Wenzel. Nosnost stroje je 1000 kg. Měřicí rozsah 1500 x 800 x 700 mm.



Obr. 11 3D SMS WENZEL LH 87

- 3D SMS MITUTOYO GEOBOY 500 - Měřicí zařízení, které je ručně ovládané. Měřicí rozsah 500 x 500 x 300 mm.



Obr. 12 3D SMS MITUTOYO GEOBOY 500

2.2.3 Svařování

MORAVIA Stamping a.s., jako výrobce dílů pro automobilový průmysl, musí disponovat všemi potřebnými technologiemi, potřebnými pro tvarově a součástkově náročné výrobky. Právě proto má oddělení svařování. Nalezneme zde:

- **Odporové - bodové a tlakové svařování**

Stacionární bodové svářečky typu BP 50, 90, JUS W-M 35. Jmenovitý výkon až 90 kVA. Maximální svařovací proud až 19,4 kA. Vyložení ramen 500 mm. Pro svařování nízkouhlíkové černé oceli tloušťky 4 + 4 mm a pozinkovaných materiálů tloušťek 2 + 2 mm). Pneumatické svařovací lisы L125, WLP 250, jednoúčelové svařovací automaty (TM) 3838 (WBLP 40), (TM) 3874 (5 x L125). Jmenovitý výkon až 250 kVA. Maximální svařovací proud 68,7 kA. Slouží pro přivařování matic, svorníků, šroubů na černý i pozinkovaný plech do tloušťky 3 mm.



Obr. 13 Přivařování matic [5]

- **Svařování plamenem**

Spojování autodílů ocelovým drátem.

- **Obloukové svařování v ochranné atmosféře**

Metoda TIG. Svařování tenkých ocelových a hliníkových dílů. Svařovací agregát je FRONIUS FK 2000 a jako ochranný plyn slouží argon.

Metoda MIG/MAG. Svařování černých a pozinkovaných autodílů v pulzním nebo zkratovém režimu. Svařovací agregát FRONIUS TRANS PULS 2700. Průměr svařovacího drátu 0,8 / 1,2 mm. Dále je zde robotizované pracoviště 247/R. Svařovací robot MOTOMAN UP6 od firmy ABB. Svařovací agregát MIGATRONIX FLEX 330 XMI - V.



Obr. 14 Robotizované pracoviště [5]

2.2.4 Obrábění

Součástí strojního parku jsou i obráběcí stroje pro elektroerozivní obrábění a CNC frézování a tvarové broušení. Veškerá výroba je prováděna proškolenými pracovníky.



Obr. 15 Oddělení obrábění

2.2.5 Lisování

Společnost disponuje lisy, které svými rozsahy a způsoby lisování zajistí optimální technologii výroby i těch nejsložitějších tvarových dílů. MORAVIA Stamping a.s. dodává výlisky nejvýznamnějším světovým automobilkám a jejich dodavatelům, jako jsou:

- Škoda
- Fiat
- Seat
- VW
- Tower
- Benteler
- Keihin
- Batz
- Miele

Výrobky společnosti MORAVIA Stamping a.s. najdou uplatnění v automobilech světových značek jako Audi, Opel, VW, BMW a mnoho dalších.

Lisování ocelových výlisků od tloušťky 0,5 mm do 5 mm. Dále lisování výlisků z hliníku od tloušťky 0,5 mm do 5 mm. Lisovací síla lisů se pohybuje od 50 do 11 000 kN.



Obr. 16 Lisy umístěné v druhé lodi [5]

- **Strojní park - lisy:**

Zde je uvedena tabulka všech lisů ve výrobě i s jejich parametry.

Tab. 1 Strojní park - lisy

Tonáž	Typ	Druh nástroje	Počet	Velikost stolu	Max. výška mezi stolem a beranem
11 000 kN	HEILBRONN	Transferový/ postupový	1	5 000 x 2 500 mm	1 250 mm
5 000 kN	MOSSINI	Postupový	1	3 000 x 1 500 mm	1 000 mm
4 000 kN	KAISER	Postupový	1	2 500 x 1 250 mm	700 mm
4 000 kN	MOSSINI	Postupový	1	2 550 x 1 450 mm	700 mm
3 200kN	HEILBRONN	Postupový	1	2 700 x 1 250 mm	700 mm
2 500 kN	PME	Postupový	1	1 160 x 900 mm	580 mm
2 200 kN	HEILBRONN	Postupový	1	2 200 x 1 100 mm	500 mm
2 500 kN	HEILBRONN	Postupový	1	1 600 x 900 mm	600 mm
2 000 kN	PME	Postupový	1	1 585 x 1 200 mm	560 mm
2 500 kN	LKT 250A	Jednooperační	6	1 000 x 640 mm	605 mm
1 000 kN	LEXN 100	Postupový/ Jednooperační	1 / 2	800 x 600 mm	380 mm
630 kN	LEN 63	Postupový/ Jednooperační	1 / 3	660 x 530 mm	335 mm
400 kN	LEN 40	Postupový/ Jednooperační	3 / 1	560 x 450 mm	295 mm
250 kN	LEN 25	Jednooperační	1	560 x 360 mm	265 mm
250 kN	TEVAP	Postupový	1		235 mm
	Nůžky		1		

Jak již je zmíněno výše zpracovávané materiály jsou ocel a hliník. Z nich se vyrábí technické výlisky a díly pro osobní vozy a díly praček Miele.



Obr. 17 Ukázka vyrobeného dílu z lisu Heilbronn 1100 [5]

- **Hodnoty vylisovaných dílů**

Počty vyrobených kusů jednotlivých lisů za období 2014 / 2015 jsou uvedeny v tabulce č. 2. Dále je uvedeno plánované množství vylisovaných výrobků pro rok 2016. Hodnoty plánovaných výrobků v roce 2016 v kusech byly stanoveny s plánovačem výroby.

Tab. 2 Strojní park - počet vyrobených kusů

Tonáž	Typ	Výrobky 2014 / 2015	Plánované výrobky 2016
11 000 kN	HEILBRONN	3 469 698	5 400 000
5 000 kN	MOSSINI	2 853 122	2 700 000
4 000 kN	KAISER	4 931 983	4 415 000
4 000 kN	MOSSINI	3 569 775	2 800 000
3 200 kN	HEILBRONN	537 649	400 000
2 500 kN	PME	2 581 291	2 400 000
2 200 kN	HEILBRONN	4 479 837	4 200 000
2 500 kN	HEILBRONN	3 725 093	3 300 000
2 000 kN	PME	4 900 749	4 200 000
2 500 kN	LKT 250A	6 933 821	6 100 000
630 kN	LEN 63	240 000	210 000
400 kN	LEN 40	412 000	340 000

Pro přehlednější znázornění srovnání vyrobených kusů byl sestaven sloupcový graf. Kdy v levém sloupci je uveden počet vyrobených kusů za období 2014 / 2015 a v pravém sloupci je počet plánovaných výrobků pro rok 2016. Z grafu je jasné, že lis Heilbronn 1100 nebude schopen vyrobit plánovaný počet výrobků v roce 2016. Všechny ostatní stroje budou schopny vyrobit předpokládané množství výrobků.

Z důvodu nedostatečné kapacity se společnost MORAVIA Stamping a.s. rozhodla ke koupi nového zařízení do svých výrobních prostor. Díky novému stroji bude společnost schopna vyrobit požadované počty kusů a bude schopna rozšířit a navýšit svoji výrobu. Nový lis by také měl přinést zvýšení kvality v celém výrobním procesu.



Graf 1 Srovnání vyrobených a plánovaných kusů

Společnost má zavedeny následující certifikáty, které jsou nutné dle požadavků zákazníka:

- ISO 14001:2004 - vývoj, výroba a prodej tažených, lisovaných, ohýbaných, montovaných, svařovaných, tepelně a povrchově upravených kovových výrobků. Tento certifikát je platný od 25. května 2012 do 24. května 2015 a zůstává platný v případě úspěšného splnění dohledového auditu. [6]
- ISO 9001:2008 - vývoj, výroba a prodej tažených, lisovaných, ohýbaných, montovaných, svařovaných a povrchově upravených kovových dílů. Vývoj a výroba lisovacích nástrojů. Tento certifikát je platný od 25. září 2014 do 10. září 2017 a zůstává platný v případě úspěšného splnění dohledového auditu. [6]
- ISO/TS 16949:2009 - vývoj a výroba tažených, lisovaných, ohýbaných, montovaných, svařovaných a povrchově upravených kovových výrobků. Tento certifikát je platný od 6. října 2014 do 5. října 2017 a zůstává platný v případě úspěšného splnění dohledových auditů. [6]

V příloze A jsou přiloženy náhledy do jednotlivých certifikátů pro doložení kvality.

2.3 Stávající dispozice

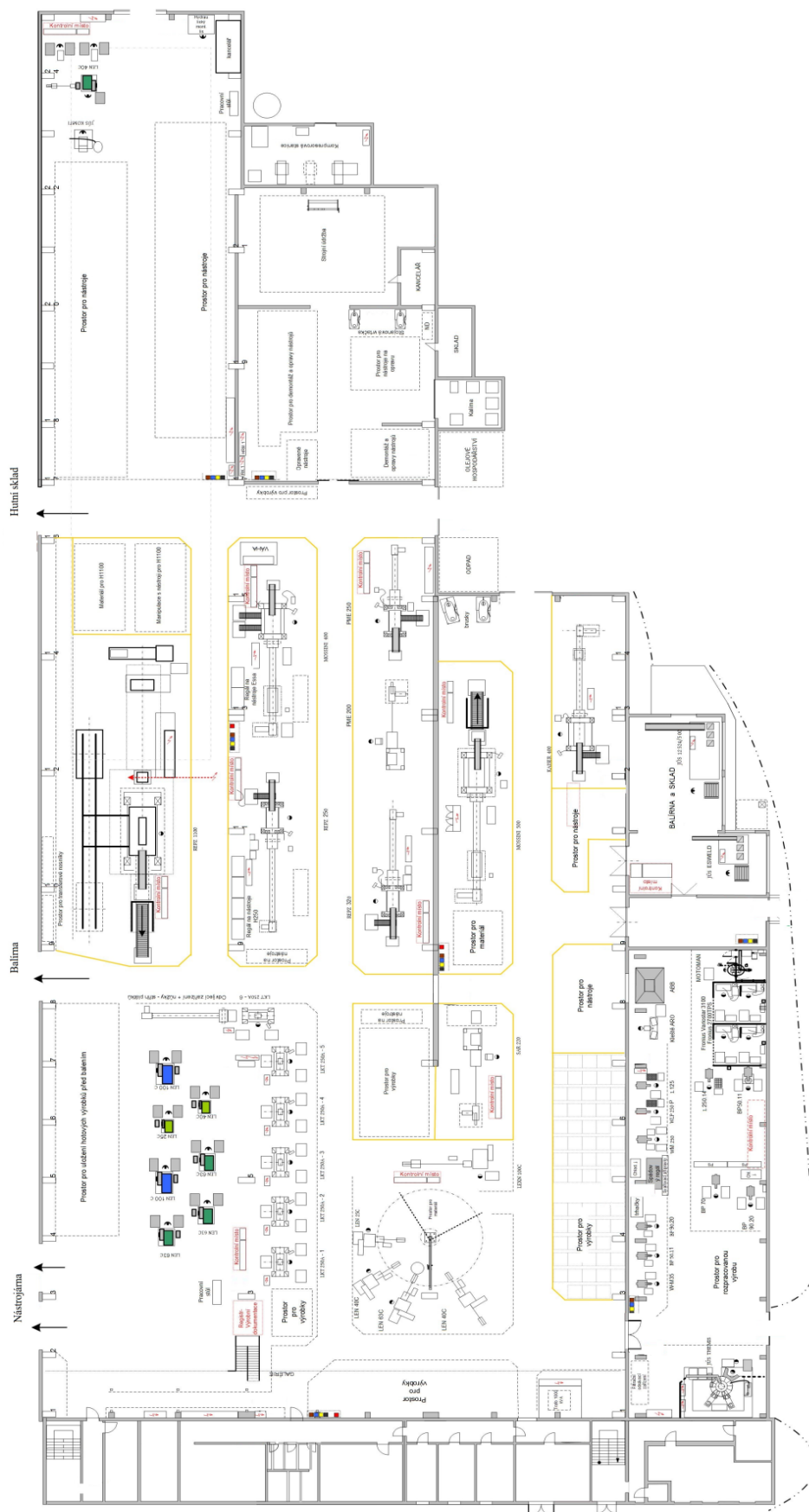
V současné době je výroba rozdělena do tří lodí, kdy loď H1 je největší, a tudíž disponuje největším prostorem. V této lodi je umístěno 7 malých lisů LEN 63C. Nalezneme zde prostor pro uložení hotových výrobků pro balírnu. Dále je zde těžkotonážní lis Heilbronn 1100 s lisovací silou 11 000 kN. Součástí lisu je linka pro ocelové a hliníkové svitky. U lisu se skladuje materiál pro Heilbronn 1100. V zadní části lodi H1 jsou uloženy nástroje, jak pro Heilbronn, tak i pro ostatní lisy. Hned na začátku lodi H2 jsou prostory vyhrazené pro výrobky.

Lod' H2 je druhá největší a nalezneme v ní především pět lisů LKT 250A a čtyři výstředníkové lisy a to dva LEN 40C, potom LEN 63C a LEN 25C. Blízko těchto lisů je prostor pro výrobky a malý prostor pro nástroje. V zadní části lodi H2 jsou čtyři větší lisy a to konkrétně postupový lis Heilbronn 250 t. Naproti němu je umístěn další postupový lis Heilbronn 320 t.

O něco dále v lodi H2 jsou umístěny další 3 lisy a to lis Mossini 400 a dva postupové lisy PME 200 a PME 250. Na konci této lodi je prostor pro demontáž a opravy nástrojů. Je zde umístěna strojní údržba, která má zde i své kancelářské prostory a nalezneme zde i kompresorovou stanici.

V třetí lodi H3 jsou prostory pro hotové výrobky. Jsou zde skladovány i nástroje pro lisy umístěné v lodích H2 a H3. Je zde postupový lis Mossini 500 a další postupový lis Kaiser 400. V zadní části této lodi jsou umístěny dvě brusky.

Z lodi H3 jsou vchody na svařovnu, kde je umístěno svařovací oddělení a prostor pro výrobky určené pro svařovnu. V prostorech vedle svařovny je i kontrolní místo pro kontrolu hotových dílců. Další vchod z lodi H3 vede do skladu, který je umístěn v pravé části podniku. Veškerý transport materiálu do firmy je pomocí kamionů, které se do skladů dostanou po dvou komunikacích. V příloze B je přiloženo situační schéma současného stavu ve společnosti.



Obr. 18 Současné dispozice ve výrobě

2.4 Skladování

Většina materiálu potřebného k výrobě je skladována v hutním skladu a ve skladu u svařovny. V menším množství bývá materiál umístěn v blízkosti strojů. Materiál je ve formě ocelových a hliníkových svitků s hmotností do 6 tun. Veškerá manipulace je prováděna pomocí vysoko zdvižných vozíků a mostových jeřábů.



Obr. 19 Skladování vstupního materiálu [5]

Další skladovací položkou jsou lisovací nástroje. Nástroje jsou uloženy vedle sebe v určených prostorech. Manipulace s nimi je pomocí jeřábů a kolejnic pro pojízdné stoly. Současné době uložení nástrojů zabírá poměrně velký prostor.



Obr. 20 Současné skladování nástrojů

Některé nástroje se ukládají do regálů nebo jsou uloženy hned vedle lisu. Nedostatek regálů způsobuje situaci, že se většina nástrojů stále skladuje na podlaze a nedostatečná nosnost některých jeřábů má za příčinu to, že se nástroje nemohou stohovat na sebe.

Hotové výrobky, které nejsou ihned expedovány do balírny, jsou uloženy v koších nebo paletách a jsou stohovány na sebe. Jsou uloženy téměř po celém podniku. Dále v hale nalezneme prostory pro skladování prázdných obalů a prostory pro svez šrotu.



Obr. 21 Manipulace a skladování s hotovými výrobky[5]

2.5 Definování problému

V současné době je největším lisem společnosti MORAVIA Stamping a.s. lis Heilbronn 1100. Tento lis pracuje ve třísměnném provozu, a tudíž je plně vytížen. Tento klikový lis je technicky špatný a již jsou vidět značné známky opotřebení a to konkrétně praskliny na uložení ojnic. Při takovém zatížení může lis selhat a podnik nebude schopen pokračovat ve výrobě dílů, které se musí vyrábět právě na tomto lisu.

Největším problémem je skutečnost, že podnik nemá žádnou rezervu v kapacitách. Z tohoto důvodu nemůže reagovat na případnou vyšší poptávku trhu, což společnost znevýhodňuje v konkurenčních soutěžích. Pro zvýšení konkurenceschopnosti se společnost rozhodla tento nedostatek řešit instalací nového lisu.

Nový lis by měl do výrobního programu přinést zlepšení kvality a zvýšení produktivity. Nový servolis bude mít kratší operační časy než klikový lis Heilbronn 1100. Dále bude mít stavitelnou výšku zdvihu a bude tím produktivnější. Nejprve bude provedeno výběrové řízení na nový lis. Následovat bude analýza materiálového toku současného umístění a poté budou navrženy dispozice nového lisu.

2.6 Výběrové řízení

Ve výběrovém řízení jsou 3 výrobci lisovacích zařízení a to konkrétně: Umformtechnik, Schuler a Arisa. Pro výběr optimálního stroje byla použita metoda vícekritériálního rozhodování, kde se nejprve stanovila jednotlivá kritéria a pomocí metody porovnání trojúhelníku párů byly vypočítány jednotlivé koeficienty významnosti. Pomocí metody vážených dílčích pořadí byla vybrána nejvhodnější nabídka.

2.7 Vyhodnocení nabídek pomocí vícekritériálního rozhodování

Jednotlivá kritéria byla sjednocena do tabulky, ze které budou vycházet následující výpočty.

Tab. 3 Tabulka jednotlivých kritérií

Číslo kritéria	Kritérium	Nabídka č. 1	Nabídka č. 2	Nabídka č. 3	Jednotky
1	Lisovací síla	8 000	12 500	10 000	kN
2	Hlučnost	75	78	80	dB
3	Servis	24 hodin po záruční době	24 hodin po záruční době	Ze Španělska, nutnost připojení na internet	-
4	Dodací lhůta	10 měsíců	11 měsíců	13 měsíců	dny
5	Délka kroku	500	600	550	mm
6	Záruční doba	24	12	24	měsíce
7	Cena	88 776 000	122 231 400	75 053 280	Kč

2.7.1 Stanovení koeficientů významnosti

Pro stanovení koeficientů významnosti byla zvolena metoda porovnávání v trojúhelníku párů. Pomocí 5 expertů, kteří se rozhodovali dle svého nejlepšího svědomí a vědomí, se v trojúhelníkové tabulce u jednotlivých párů zakroužkovalo vždy to kritérium, které bylo dle názorů expertů významnější. U experta může nastat případ zakroužkování obou kritérií v případě, že se nemůže rozhodnout. Dále se každému kritériu přidělí tolik bodů, kolikrát bylo zakroužkováno. Pokud dojde k zakroužkování obou kritérií, bylo každému přiděleno půl bodu. Poté sečtení jednotlivých kritérií byla zjištěna jejich celková hodnota. Koeficient významnosti (B_j) vypočítáme pro každé kritérium tak, že celkovou hodnotu jednotlivých kritérií vydělíme počtem expertů. Veškerá kritéria a jejich hodnoty jsou uvedeny v tabulkách a dále se provádějí propočty dle uvedených vztahů.

Pro počet párů N je vzorec

$$N = \frac{m \cdot (m-1)}{2} \quad (1)$$

kde m vyjadřuje počet kritérií

$$N = \frac{m \cdot (m-1)}{2} = \frac{7 \cdot (7-1)}{2} = 21 \text{ párů}$$

Hodnotící experti

- 1) Expert - generální ředitel
- 2) Expert - výrobní ředitel
- 3) Expert - technický ředitel
- 4) Expert - vedoucí technologie
- 5) Expert - vlastní odhad

V tabulce č. 4 je uvedeno hodnocení všech expertů. Jak již bylo zmíněno výše, každý expert zakroužkoval pro něj významnější kritérium a pokud dojde na to, že si nemůže vybrat mezi jednotlivými kritérii, tak zakroužkuje obě dvě. V tom případě nedostane dané kritérium jeden bod, ale půl bodu.

Tabulka č. 4 je bodové hodnocení každého experta k jednotlivým kritériím.

Tab. 4 Hodnocení kritérií jednotlivých expertů

1. Expert	2. Expert	3. Expert	4. Expert	5. Expert
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1
2 3 4 5 6 7	2 3 4 5 6 7	2 3 4 5 6 7	2 3 4 5 6 7	2 3 4 5 6 7
2 2 2 2 2	2 2 2 2 2	2 2 2 2 2	2 2 2 2 2	2 2 2 2 2
3 4 5 6 7	3 4 5 6 7	3 4 5 6 7	3 4 5 6 7	3 4 5 6 7
3 3 3 3	3 3 3 3	3 3 3 3	3 3 3 3	3 3 3 3
4 5 6 7	4 5 6 7	4 5 6 7	4 5 6 7	4 5 6 7
4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4
5 6 7	5 6 7	5 6 7	5 6 7	5 6 7
5 5	5 5	5 5	5 5	5 5
6 7	6 7	6 7	6 7	6 7
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7

Tab. 5 Celkové hodnocení daných kritérií

Expert	Kritéria						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0,5	2,5	5	4,5	1	2,5	5
2	1	4	3,5	4	1	2	5,5
3	1	4	4,5	3,5	1,5	2	4,5
4	1,5	5	4	2,5	1,5	2,5	4
5	0,5	4	5	3	1	2,5	5
Celkem	4,5	19,5	22	17,5	6	11,5	24
B_j	0,9	3,9	4,4	3,5	1,2	2,3	4,8

Koeficient významnosti jednotlivých kritérií B_j vypočítáme dle vzorce

$$B_j = \frac{\sum_{k=1}^p \gamma_{kj}}{p} \quad (2)$$

Kde:

p je počet expertů

γ_{kj} je počet bodů přiřazených k - tým expertem j - tému kritériu

Příklad výpočtu koeficientu významnosti B_j kritéria 5 (délka kroku).

$$B_j = \frac{\sum_{k=1}^p \gamma_{kj}}{p} = \frac{1 + 1 + 1,5 + 1,5 + 1}{5} = 1,2$$

Výsledné hodnoty koeficientu významnosti jednotlivých kritérií jsou uvedeny do tabulky č. 6.

Tab. 6 Koeficienty významnosti

Číslo kritéria	Kritérium	Koeficient významnosti (B_j)
1	Lisovací síla	0,9
2	Hlučnost	3,9
3	Servis	4,4
4	Dodací lhůta	3,5
5	Délka kroku	1,2
6	Záruční doba	2,3
7	Cena	4,8

Pro přehlednější srovnání byl proveden přepočet na normovaný koeficient významnosti B_{jN} .

Normovaný koeficient významnosti B_{jN} vypočítáme dle vzorce

$$B_{jN} = \frac{B_j}{\sum_{j=1}^m B_j} \quad (3)$$

Kde:

m je počet kritérií

B_j je nenormovaný koeficient významnosti.

Příklad výpočtu normovaného koeficientu významnosti kritéria 5 (délka kroku).

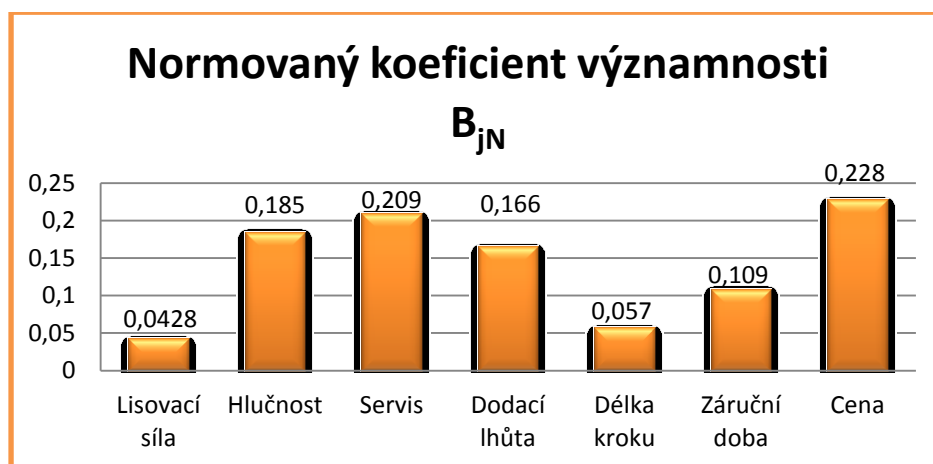
$$B_{5N} = \frac{B_5}{\sum_{j=1}^m B_j} = \frac{1,2}{0,9 + 3,9 + 4,4 + 3,5 + 1,2 + 2,3 + 4,8} = 0,057$$

Do tabulky č. 7 jsou uvedeny hodnoty normovaného koeficientu významnosti.

Tab. 7 Normované koeficienty významnosti

Číslo kritéria	Kritérium	Normovaný koeficient významnosti (B_{jN})
1	Lisovací síla	0,0428
2	Hlučnost	0,185
3	Servis	0,209
4	Dodací lhůta	0,166
5	Délka kroku	0,057
6	Záruční doba	0,109
7	Cena	0,228

V grafu č.2 můžeme vidět, že největší význam má kritérium č. 7 - cena a nejmenší význam má kritérium č. 1 - lisovací síla.



Graf 2 Normované koeficienty významnosti - grafické vyjádření

2.7.2 Vícekritériální rozhodování - metoda vážených dílčích pořadí

Pro porovnání jednotlivých parametrů stroje byla zvolena metoda vážených dílčích pořadí. Podstatou této metody je stanovit konkrétní pořadí jednotlivých variant. Hodnota nejlepšího kritéria má hodnotu 1 a nejhorší má hodnotu 3. Pokud máme hodnoty dvou kritérií shodné, tak se musí sečíst daným pořadím a vydělit. Jednotlivá kritéria rozlišujeme na náklady (-), nebo výnosy (+). V tabulce č. 7 jsou vynásobena jednotlivá pořadí normovaným koeficientem významnosti pro každou variantu a následně je sečteme. Vyhodnocení výsledků (V_j) probíhá tak, že na prvním místě je ta varianta, která má minimální hodnotu součtu jednotlivých pořadí a na posledním je ta, která má hodnotu součtu jednotlivých pořadí maximální.

Tab. 8 Hodnoty jednotlivých kritérií

Varianta i	Kritérium j						
	1	2	3	4	5	6	7
	Lisovací síla	Hlučnost	Servis	Dodací lhůta	Délka kroku	Záruční doba	Cena
1	8 000	75	24 hodin po záruční době	10 měsíců	500	24	88 776 000
2	12 500	78	24 hodin po záruční době	11 měsíců	600	12	122 053 400
3	10 000	80	Ze Španělska	13 měsíců	550	24	75 053 280

Z důvodu podobnosti hodnot kritérií č. 1 (lisovací síla) a č. 5 (délka kroku) je nutnost tyto kritéria vyřadit. Tato kritéria by v konečném důsledku neměla vliv na výsledky potřebné pro rozhodování.

- **Typy kritérií:**

Výnos - čím je hodnota větší, tím je pro podnik lépe, např. záruční doba.

Náklad - čím je hodnota menší, tím pro podnik lépe, např. cena.

Tabulka č. 9 uvádí pořadí jednotlivých variant z hlediska, zda jsou kritéria výnosem nebo nákladem.

Tab. 9 Stanovení dílčích pořadí jednotlivých variant

Varianta i	2 Hlučnost	3 Servis	Kritérium j 4 Dodací lhůta	6 Záruční doba	7 Cena
	Náklad (-)	Výnos (+)	Náklad (-)	Výnos (+)	Náklad (-)
1	1	1,5	1	1,5	2
2	2	1,5	2	3	3
3	3	3	3	1,5	1
B_{jN}	0,185	0,209	0,166	0,109	0,228

Příklad výpočtu po vynásobení normovaným koeficientem významnosti B_{jN} pro kritérium č. 2 (hlučnost) třetí varianty.

$$K_{23} = 3 \cdot B_{jN} = 3 \cdot 0,185 = 0,555$$

Pro variantu č. 3 je uveden způsob výpočtu sečtením všech vážených dílčích pořadí P_j .

$$P_j = 0,555 + 0,627 + 0,498 + 0,164 + 0,228 = 2,072$$

Následně bylo pořadí jednotlivých variant nabídek lisů násobeno normovaným koeficientem významnosti a poté byly sečteny všechny vážené dílčí pořadí P_j u všech třech navrhovaných variant, tyto výpočty lze nalézt v tabulce č. 10. Dále obsahem této tabulky je vyhodnocení V_j , které udává pořadí variant, kdy na prvním místě je varianta s nejnižší hodnotou P_j .

Tab. 10 Vyhodnocení jednotlivých variant

Varianta i	Kritérium j					P _j	V _j
	2	3	4	6	7		
1	0,185	0,313	0,166	0,164	0,456	1,284	1
2	0,37	0,313	0,332	0,327	0,684	2,026	2
3	0,555	0,627	0,498	0,164	0,228	2,072	3

Při použití metody vícekritériálního rozhodování - metoda dílčích pořadí je zřejmé, že neoptimálnější variantou je nabídka č.1. Tento stroj splňuje všechny zadané požadavky společnosti. Firma, která lis dodává, nabízí nejdelší záruční dobu, nejkratší dodací lhůtu a přijatelnou cenu.

Díky novému lisu je firma schopna navýšit svoji produkci a snížit výrobní náklady.

2.8 Lis Umformtechnik 800

Společnost Umformtechnik, která má více jak 60 let zkušeností v oblasti technologií tváření kovů, je vítězem výběrového řízení a správným kandidátem pro společnost MORAVIA Stamping a.s., jež stroj pořizuje do svých výrobních prostor.

Vybraný dodavatel stroje společnost Umformtechnik zaručuje vysokou kvalitu stroje a spolupráci při zefektivnění výrobního procesu. Zkušený technický tým zaškolí pracovníky podniku. Další výhodou tohoto dodavatele je servis, který bude tak dlouhý, jak jen bude nové zařízení schopno pracovat. Firma Umformtechnik zaručuje spolehlivost projektu od návrhu projektu po uvedení do provozu a po celou dobu výroby. [7]

Hlavní konstrukční části lisu jsou vyrobeny ze svařovaných ocelových konstrukcí. Tonáž tohoto lisu je 8 000 kN. Výška zdvihu lisu je 500 mm. Lis disponuje systémem rychlé výměny nástrojů. Pohyb stolu je realizován po kolejové dráze.

Dále má hydraulické rychloupínky na beranu a antivibrační podložku pod lis. Stavební provedení lisu je 4 - ojnicové a řídicí software je v českém jazyce. Cena lisu

Umformtechnik 800 je 88 776 000 Kč a to včetně dopravy, montáže, zprovoznění a zaškolení pracovníků.

Tab. 11 Technické parametry lisu

Technické parametry lisu	Umformtechnik 800
Jmenovitá lisovací síla	8000 kN
Počet zdvihů plynule regulovatelný	3 – 40/min
Vestavěná výška nástroje mezi stolem a beranem při max. zdvihu dole a nastavení beranu nahoře	700 - 1000 mm
Výška zdvihu	500 mm
Přestavení beranu motorické	300 mm
Vzdálenost mezi nosníky transferu	2100 mm
Plocha stolu s T - drážkami	5000 x 2600 mm
Plocha beranu s T - drážkami	5000 x 2600 mm
Propadový otvor ve stole	3800 x 700 mm
Boční průchod mezi sloupy	cca 2600 x 1500 mm
Čelní průchod mezi sloupy	cca 5000 mm
Hydraulické jištění proti přetížení	ano
Hlídaní nástroje	32-ti násobné

Pro přehled jsou uvedeny technické parametry jednotlivých součástí lisovací linky. V tabulce č. 12 jsou parametry odvíjecího zásobníku a v tabulce č. 13 parametry rovnačky. Dále jsou pak uvedeny parametry elektronického válečkového posuvu a technické parametry transferu v tabulkách č. 14 a 15.

Tab. 12 Technické parametry odvíjecího zásobníku

Technické parametry odvíjecího zásobníku	Umformtechnik 800
Nosnost	10000 kg
Šířka pásu	1600 mm
Vnitřní průměr svitku	480 – 530 mm
Vnější průměr svitku	1600 mm
Rychlost odvíjení max.	1-25 m/min

Tab. 13 Technické parametry rovnačky

Technické parametry rovnačky	Umformtechnik 800
Šířka pásu	1600 mm
Tloušťka materiálu	0,6 – 4,0 mm
Max. příčný průřez	3000 mm ²
Rychlost rovnání	1- 25 m/min

Tab. 14 Technické parametry elektronického válečkového posuvu

Technické parametry elektronického válečkového posuvu	Umformtechnik 800
Šířka pásu	1600 mm
Tloušťka materiálu	0,6 – 4,0 mm
Rychlost podání plynule regulovatelná	135 m/min
Rozsah regulace rychlosti podávání	0 – 100 %
Přesnost posuvu	+/- 0,05 mm
Válečkové mazání pásu	Ano
Mazání pásu postřikem s regulovatelnou šířkou postřiku	Ano

Tab. 15 Technické parametry transferu

Technické parametry transferu	Umformtechnik 800
Transfer 3 osý, volně programovatelný	ano
Celková nosnost	150 kg
Maximální rychlost	20 zdvih/min
Vnitřní vzdálenost mezi nosníky otevřená	2200 mm
Vnitřní vzdálenost mezi nosníky zavřená	500 mm
Délka kroku programovatelná	0 – 1200 mm

2.9 Analýza materiálových toků

Ještě před navržením jednotlivých variant řešení je nutné provést analýzu současných materiálových toků, abychom zjistili, v kterých prostorech mohou být provedeny změny. Samozřejmě abychom zaručili, že materiálový tok bude co nejkratší a bez zbytečných zpětných toků.

Pro zmapování materiálového toku byly prostudovány technologické postupy a následně byla vypracována grafická schémata materiálového toku.

2.9.1 Schémata materiálových toků

Schématy byly zhotoveny pro (čtyři) vybrané výrobní představitelé (příloha C). Materiálový tok je znázorněn pomocí šipek, přičemž každá šipka znamená jinou operaci. Diagramy byly zhotoveny pro díly: 525, 543, 12435 a Miele a jsou přiloženy v příloze D.

2.10 Kapacitní propočet

Efektivní časový fond dělníka E_{de} [1]

$$E_{de} = D_r - A - B - C - G \quad (4)$$

Kde:

D_r je počet dnů v roce $D_r = 365 \text{ dnů}$

A je počet dnů sobot a nedělí $A = 104$

B je počet dnů placených svátků $B = 9 \text{ dnů}$

C je počet dnů dovolené $C = 25 \text{ dnů}$

G je počet dnů pracovní neschopnosti a obecných překážek v práci $G = 28 \text{ dnů}$

$$E_{de} = 365 - 104 - 9 - 25 - 28 = 199 \text{ dnů / rok}$$

Využitelná kapacita pracoviště na jednu směnu E_{se} [1]

$$E_{se} = E_{de} \cdot h.s.g. \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right) \quad (5)$$

Kde:

h je počet pracovních hodin za směnu $h = 8 \text{ hodin}$

s je směnnost pracoviště $s = 1$

g je počet vzájemně zaměnitelných pracovišť $g = 1$

z je počet nevyhnutelných časových ztrát, volím $z = 7\%$

$$E_{se} = E_{de} \cdot h \cdot s \cdot g \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right)$$

$$E_{se} = E_{de} \cdot h \cdot s \cdot g \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right) = 199 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{7}{100}\right) = 1481 \text{ hod / rok}$$

Takt stroje (linky) t [1]

$$t = \frac{60 \cdot E_{se} \cdot s_s \cdot \eta}{n} \quad (6)$$

Kde:

t je takt stroje (linky) min

s_s je směnnost strojního pracoviště $s_s = 1$

η je součinitel časového využití stroje (0,8 - 0,9), volím $\eta = 0,9$

n je počet výrobků za rok $n = 3\,469\,698 \text{ ks}$

$$t = \frac{60 \cdot E_{se} \cdot s_s \cdot \eta}{n} = \frac{60 \cdot 1481 \cdot 1 \cdot 0,9}{3469698} = 0,023 \text{ min}$$

Celková průběžná doba výroby součásti na lince T_p [1]

$$T_p = n_o \cdot t \quad (7)$$

Kde:

T_p je celkový čas výroby součásti na lince min

n_o je počet operací $n_o = 7$

$$T_p = n_o \cdot t = 7 \cdot 0,023 = 0,161 \text{ min} \Rightarrow \text{to je } 9,66 \text{ sekund}$$

3 VYHODNOCENÍ ANALÝZY A STANOVENÍ CÍLŮ

3.1 Vyhodnocení analýzy

Následující kapitola se zabývá vyhodnocením analýzy a výčtem jednotlivých problémů a stanovení cílů, které má nová dispozice dosáhnout. Při průběhu analýzy bylo nutné spolupracovat s celou řadou pracovníků společnosti MORAVIA Stamping a.s. a to konkrétně s výrobním ředitelem, technickým ředitelem, vedoucím technologem, generálním ředitelem, vedoucím nástrojárny, vedoucím skladu a balírny, mistrem svařovny a obrobny, mistrem údržby a mnoha dalšími. V rámci firmy proběhlo několik jednání, kde pomocí brainstormingu jednotliví účastníci předkládali své nápady, kterých jsem se aktivně zúčastnil.

Pro správné zhodnocení situace bylo nutné analyzovat současný stav z hlediska materiálových toků a uložení nástrojů. Seznámit se s výrobním sortimentem společnosti a prostudovat technologické postupy. Dále zmapovat počet vylisovaných výrobků.

3.2 Stanovení cílů

Nový lis a jeho dispozice má zaručit zvýšení kvality, produktivity a navýšení výrobních kapacit. S novým lisem se rozšíří výrobní sortiment a rychlost výroby. Nová dispozice musí splňovat veškeré bezpečnostní a stavební předpisy podle vyhlášek. Také má zaručit zlepšení materiálového toku a zvýšení produktivity ve výrobě. Dále je potřeba navrhnout správné odpadové hospodářství a skladování nástrojů pro nový lis Umformtechnik 800. Na závěr se práce zabývá harmonogramem jednotlivých činností pro instalaci lisu. Uvedeny jsou také základní etapy zpracování projektu a to konkrétně geologický a hydrologický průzkum. Součástí tohoto technicko - ekonomického projektu musí být průvodní zpráva, souhrnná technická zpráva a dále technologická část a zastavovací plán.

Průzkumné práce by měly obstarat informace o podloží a jeho dostatečné únosnosti a zda kývání základů nepřekročí dovolenou mez. Dále se musí zajistit úměrné sesednutí půdy.

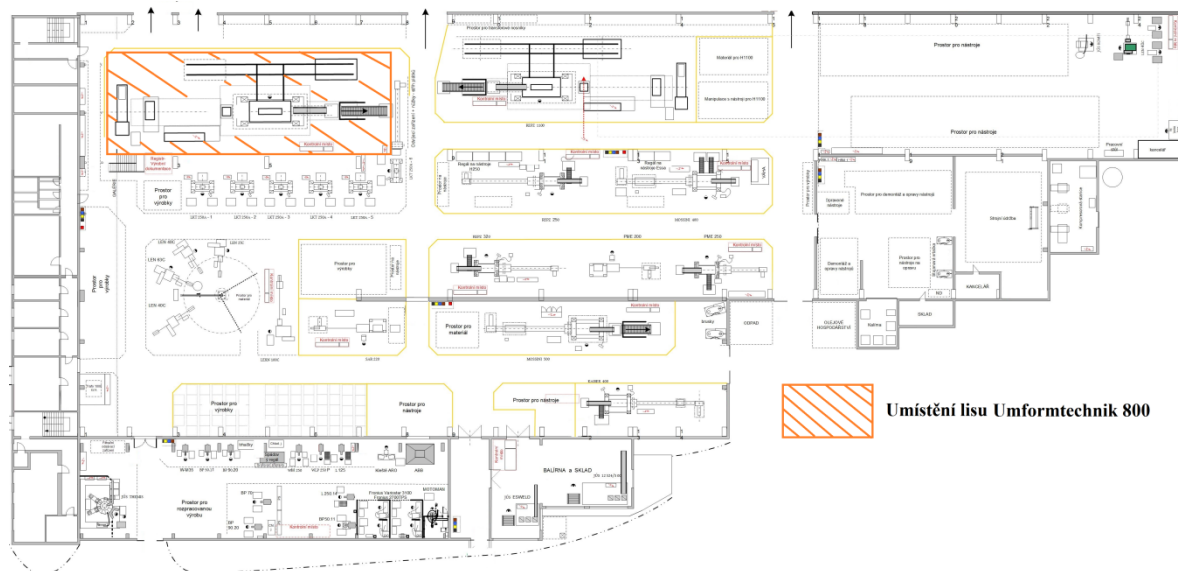
4 NÁVRHY UMÍSTĚNÍ

V této kapitole diplomové práce jsou popsány a graficky zobrazeny jednotlivé návrhy nových dispozic a následně je sestaven harmonogram jednotlivých činností pro realizaci stavby a instalaci lisu. Dále je řešeno odpadové a skladové hospodářství a výčet jednotlivých vylepšení v podniku.

Jednotlivé návrhy jsou popsány dle výhod a nevýhod, dále je zde popsána logistika materiálu a způsob dopravy vstupního materiálu k novému lisu, následná manipulace s hotovými výrobky a problematika odpadového hospodářství. V případě, že nové řešení bude mít dopad na úbytek skladovacích prostor pro nástroje, bude potřeba navrhnout jejich umístění v jednotlivých návrzích. Dále umístění dalších částí lisovací linky, obsluhy a stolu. V každé navrhované variantě bude potřeba pořízení nového mostového jeřábu a výměna jeřábů na lodích H1 a H3 a také pořízení nového univerzálního vysokozdvizného vozíku. U každého návrhu musíme brát v úvahu pohyb vysokozdvizného vozíku u pohyblivých stolů z hlediska bezpečnosti.

4.1 Návrhy jednotlivých řešení

4.1.1 Návrh řešení č. 1



Obr. 22 Návrh řešení č.1

V navrhovaném řešení č.1 byl nový lis umístěn do lodi H1 blízko lisu Heilbronn 1100 a nástrojárně. Dále byla přesunuta lehká lisovna z lodi H1 do lodi H3 k tzv. hnízdu. Dále v tomto řešení dochází ke ztrátě prostor pro skladování hotových výrobků pro balírnu. V příloze E je přiloženo schéma tohoto návrhu.

Zde jsou popsány jednotlivé výhody a nevýhody navrhovaného řešení č. 1:

Tab. 16 Výhody a nevýhody navrhovaného řešení č. 1

Výhody	Nevýhody
(+) hotové výrobky jsou blízko balírny (krátký pohyb zboží)	(-) přestěhování lehké lisovny
(+) nebude nutnost dalších stavebních úprav	(-) ztráta skladovacích prostor hotových výrobků v lodi H1
(+) jednoduchá manipulace se šrotem	(-) chybějící prostor pro nástroje pro nový lis

Lehká lisovna v současné době jede na dvě směny a odpolední není moc vytížená. Byla by možnost zredukovat počet lisů na pět a zavedení odpolední směny se seřizovačem. Nové umístění lehké lisovny by bylo do svařovny.

Při výběru varianty č.1 v době, kdy bude probíhat výkop základů a dále potom instalace a montáž nového lisu, nebude možnost manipulace vysokozdvizného vozíku z nástrojárny po lodi H1 a to zhruba po dobu čtyř měsíců.

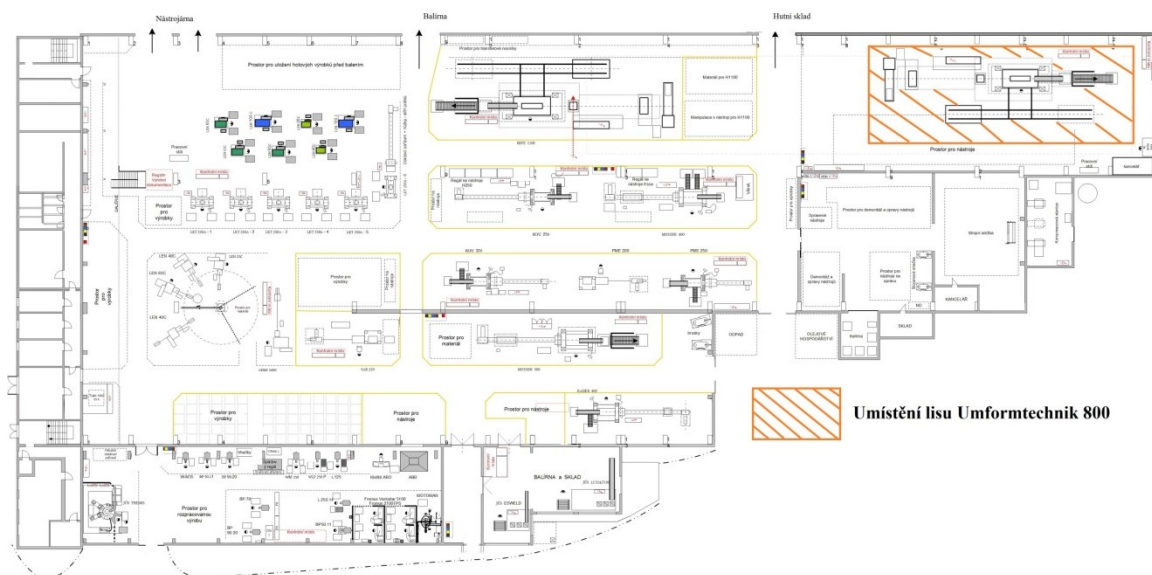
Při realizaci stavby je nutno dopravovat nástroje přes hutní sklad a nutno řešit skladování nástrojů na opravy. Upravit T - drážku a výjezd mít menší než je teď i u lisu Heilbronn 1100 a pomocí kolejnic a vozíku, který bude moci vozit nástroje ze zadní části lodi H1 podélně přes celou loď kolem lisu Heilbronn 1100 až k novému lisu.

U nového lisu je nutnost pořízení nového jeřábu a v zadní části lodi H1 nutnost pořízení druhého jeřábu s nosností do 25 tun pro manipulaci s nástroji a materiálem pro lis Heilbronn 1100 a nutnost pořízení transportního vozíku. Díky tomuto jeřábu je možnost skladovat jednotlivé nástroje na sobě a ne jenom vedle sebe a tím ušetříme prostory pro nové nástroje pro lis 800 t a také lis Heilbronn 1100.

Dále je v této variantě nutnost vybudování 1,5 metru vysoké stěny z makrolonu, která tento prostor prosvětlí a zamezí nežádoucímu pohybu. Nebo je možnost pořízení světelných závor pro zvýšení bezpečnosti práce.

4.1.2 Návrh řešení č. 2

V navrhovaném řešení č. 2 se nový lis 800 t umístí stejně jako ve variantě č.1 do lodi H1. Konkrétně jeho nové umístění bude v zadní části této lodi. V současné době zde nalezneme nástroje pro lis Heilbronn 1100. Pro zajištění prostoru pro nový lis je nutné skladovat nástroje pro lis Heilbronn 1100 i pro nový lis 800 t. Je nutné pořízení nového jeřábu pro nástroje, abychom zaručili stohování více nástrojů na sebe. Schéma navrhovaného řešení č. 2 je přiloženo v příloze F.



Obr. 23 Návrh řešení č.2

Zde jsou popsány jednotlivé výhody a nevýhody navrhovaného řešení č. 2:

Tab. 17 Výhody a nevýhody navrhovaného řešení č. 2

Výhody	Nevýhody
(+) odvíjecí zařízení umístěno blízko hutního skladu	(-) ztráta prostoru pro uložení nástrojů
(+) krátký pohyb hotových výrobků	(-) ztráta prostor pro nakládku a vykládku nástrojů
(+) přístup díky vratům na konci lodi H1	

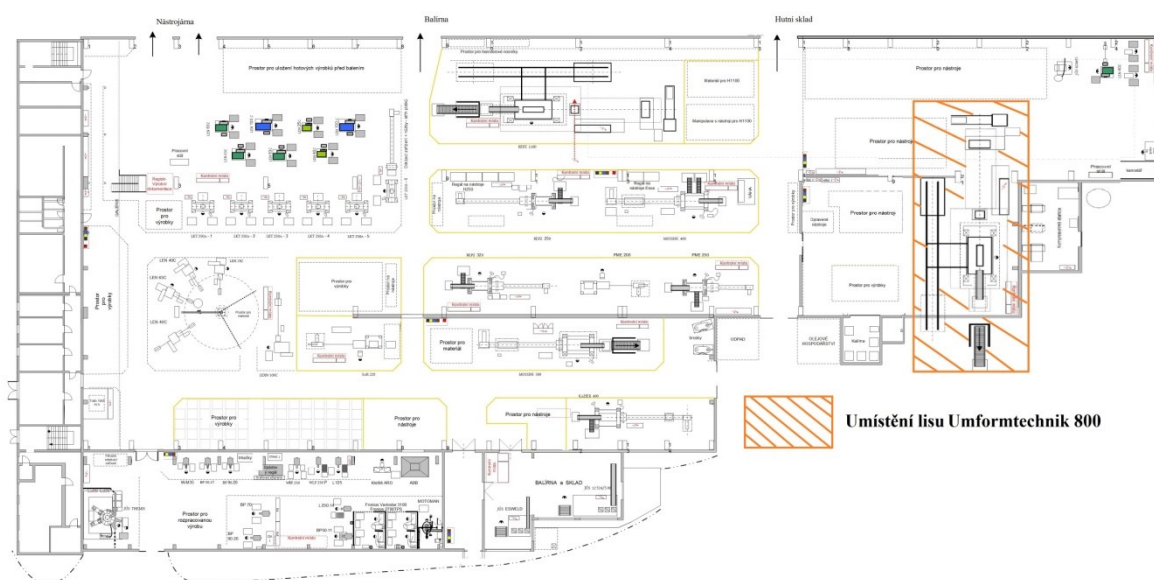
V zadní části haly H1 jsou vrata a díky nim je cesta k lisu přístupnější. V tomto navrhovaném řešení je nutnost pořízení nového univerzálního vozíku pro vyvážení nástrojů.

Mezi nevýhody musíme zařadit to, že se výrazně zmenší prostor pro nástroje Heilbronn 1100 a lisu 800 t, avšak tomu zabráníme pořízením nového jeřábu pro skladování nástrojů na sebe.

V současné době se v místě umístění lisu nachází lis LEN40 a KOMFI a stojanové vrtačky. Tyto stroje je nutné přesunout na nové místo. Díky tomuto návrhu řešení se přijde o prostor nakládky nástrojů. Někdy zde najíždí kamion s nástroji.

4.1.3 Návrh řešení č. 3

V navrhovaném řešení č. 3 je nový lis umístěn do zadní části lodi H2. V současné době se zde nachází prostory pro strojní údržbu a prostory pro nástroje a jejich opravu. Dále jsou zde prostory pro demontáž a opravy a kanceláře. V příloze G je přiloženo schéma navrhovaného řešení č. 3.



Obr. 24 Návrh řešení č. 3

Zde jsou popsány jednotlivé výhody a nevýhody navrhovaného řešení č. 3:

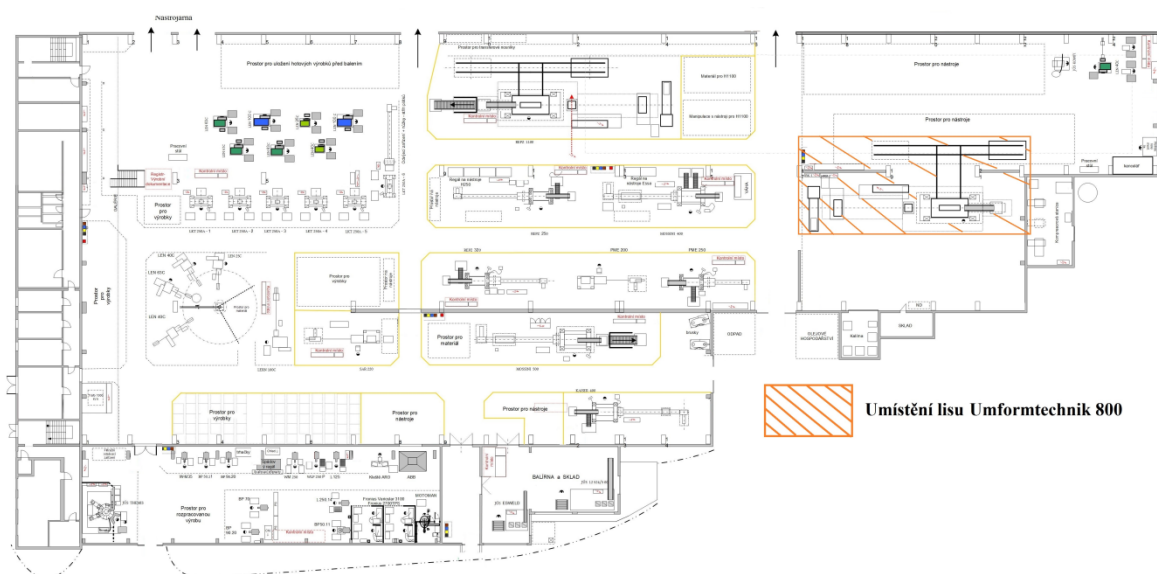
Tab. 18 Výhody a nevýhody navrhovaného řešení č. 3

Výhody	Nevýhody
(+) nebude potřeba řešit jeřáb do lodi H2	(-) přestěhování strojní údržby a údržby nářadí
(+) v uvolněném prostoru vznikne prostor pro nástroje a hotové výrobky	(-) část linky bude mimo halu
(+) krátký pohyb materiálu a šrotu	(-) nutnost pořízení jeřábu do lodi H1
	(-) bourací práce mezi lodi H1 a H2

Vzhledem k délce linky bude pravděpodobně část linky mimo halu. Také část lisovací linky bude v jiné lodi pravděpodobně odvíjecí a rovnací zařízení. Kvůli umístění odvíjecího zařízení bude nutnost pořízení jeřábu do lodi H1 pro nahazování svitků.

4.1.4 Návrh řešení č. 4

Návrh řešení č. 4 je velmi podobný návrhu č. 3 a to z toho důvodu, že nový lis bude umístěn do lodi H2. Konkrétně do zadní části této lodi. V současné době se zde nachází strojní údržba a údržba nástrojů a stoly pro opravu nástrojů. Nalezneme zde také prostory pro opravy a demontáž. Schéma tohoto řešení je přiloženo v příloze H.



Zde jsou popsány jednotlivé výhody a nevýhody navrhovaného řešení č. 4:

Tab. 19 Výhody a nevýhody navrhovaného řešení č. 4

Výhody	Nevýhody
(+) nebude potřeba řešit jeřáb do lodi H2	(-) přestěhování strojní údržby a údržby nářadí
(+) v uvolněném prostoru vznikne prostor pro nástroje a hotové výrobky	(-) nutnost pořízení jeřábu do lodi H1
(+) krátký pohyb materiálu a šrotu	
(+) nebude potřeba bouracích prací mezi lodi H1 a H2	

Samozřejmě je třeba zařídit provozování hutního skladu na dvě směny a to pro všechny navrhované varianty. A také zajištění protihlukových opatření.

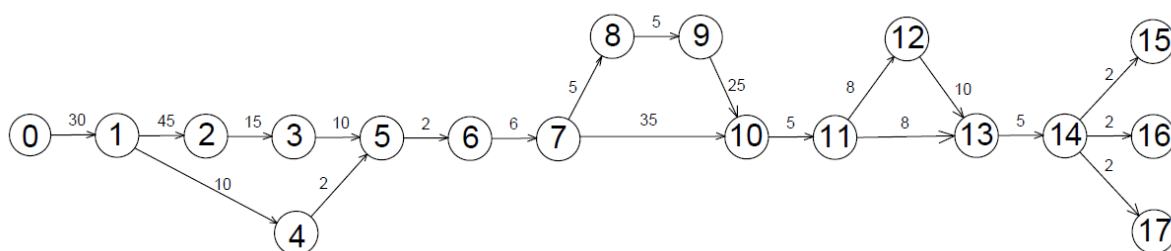
4.2 Síťový graf

Pro grafické znázornění jednotlivých činností pro instalaci a chod lisu byl sestrojen síťový graf a určena kritická cesta. Nejdříve jsou uvedeny jednotlivé činnosti a doba jejich trvání. Dále je stanovena kritická cesta, což znamená nejpozději přípustný termín instalace lisu.

Tab. 20 Seznam činností

i, j	Činnost	Čas trvání y_{ij} [dny]
0-1	Zajištění financí	30
1-2	Výběrové řízení na lis	45
2-3	Projekt stavby (vypracování a schválení projektu)	15
3-5	Úprava prostředí pro stavbu	10
1-4	Zajištění firmy pro realizaci stavby	10
4-5	Zajištění bezpečnosti v prostorách stavby	2
5-6	Výkopové práce	2
6-7	Vrtací práce	6
7-10	Stavební práce	35
7-8	Uložení pod lis	5
8-9	Stavba jednotlivých částí lisovací linky	5
9-10	Betonování podlah	25
10-11	Doprava lisu	5
11-12	Montáž hlavních statických konstrukčních prvků	8
12-13	Montáž živých částí stroje	10
11-13	Instalace el. energií	8
13-14	Zkušební provoz	5
14-15	Zaškolení údržbářů	2
14-16	Zaškolení seřizovačů	2
14-17	Zaškolení výr. pracovníků	2

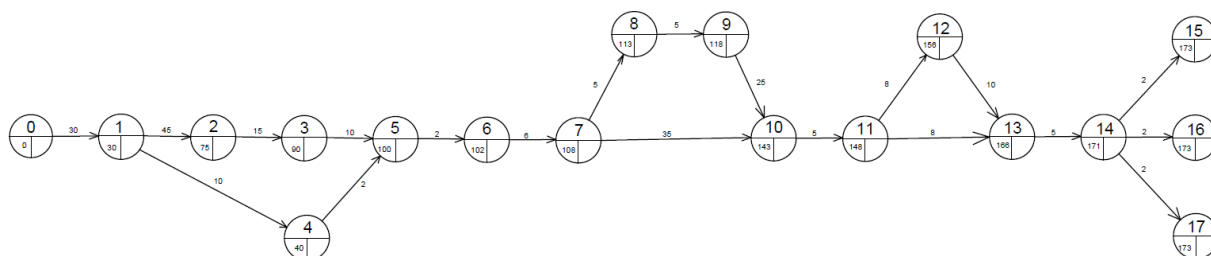
Grafické znázornění všech činností a jednotlivých cest je zobrazeno pomocí síťového grafu, kdy jednotlivé uzly znamenají činnosti uvedené v tabulce č. 20. V příloze I je přiložen síťový graf s vyznačením jednotlivých činností a délkou jejich trvání.



Obr. 26 Síťový graf

4.2.1 Nejdříve možné termíny

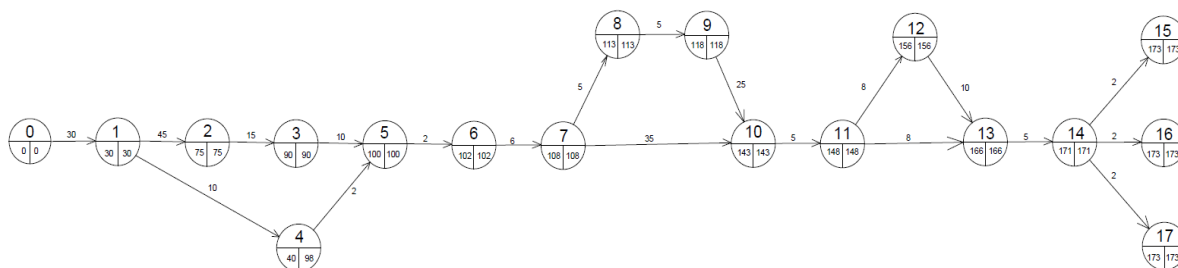
Nejdříve se propočítají možné termíny všech uzlů (T_E). U činností se jedná o nejdříve možné začátky činností $t_i(0)$, $t_j(0)$. U uzlů, do kterých ústí více činností, je nezbytně nutné všechny tyto hodnoty propočítat a zapsat hodnotu nejvyšší, protože další činnost může pokračovat až v momentě ukončení všech předchozích činností. V příloze J je přiložen síťový graf nejdříve možných termínů. [8]



Obr. 27 Síťový graf - nejdříve možné termíny

4.2.2 Nejpozději přípustné termíny

Následně propočítáme cestou zpět nejpozději přípustné termíny všech uzlů (T_L). U činností se jedná o nejpozději přípustné konce činnosti $t_i(1)$, $t_j(1)$. U uzlů, do kterých na cestě zpět ústí více činností, je nutné propočítat všechny hodnoty a zapsat hodnotu nejnižší. V příloze K je uveden náhled na síťový graf nejpozději přípustných termínů. [8]



Obr. 28 Síťový graf - nejpozději přípustné termíny

4.2.3 Výpočet kritické cesty

Kritická cesta vede uzly, u kterých se hodnota nejdříve možných termínů rovná hodnotě nejpozději přípustných termínů. Vždy musí být minimálně jedna kritická cesta a můžeme jich mít i více.

Ze síťového grafu vyplývá, že kritická cesta vede:

0 – 1 – 2 – 3 – 5 – 6 – 7 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 17

Kritická cesta:

$$KC = \sum_{i,j}^n \text{čas trvání činnosti}_{i,j} = 30 + 45 + 15 + 10 + 2 + 6 + 35 + 5 + 8 + 10 + 5 + 2 = 173 \text{ dní}$$

Což je maximum a tudíž nejpozději přípustný termín instalace a chodu stroje.

4.2.4 Popis síťového grafu

Pro každý uzel

nejdříve možný termín uzlu

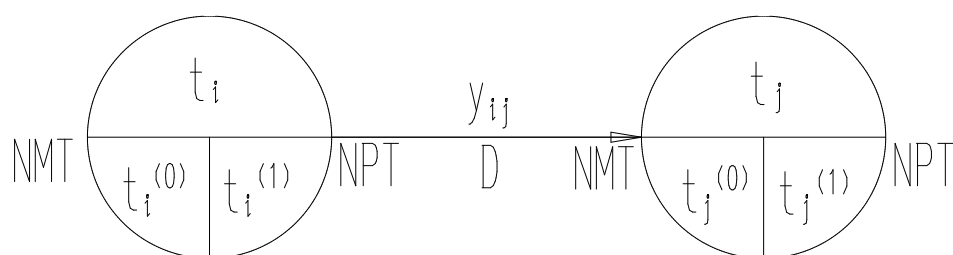
NMT T_E

nejpozději přípustný (nevyhnutelný) termín uzlu

NPT T_L

Pro každou činnost

nejdříve možný začátek činnosti	NMZ	$t_i^{(0)}$
nejpozději přípustný (nevyhnutelný) začátek činnosti	NPZ	$t_i^{(1)}$
nejdříve možný konec činnosti	NMK	$t_j^{(0)}$
nejpozději přípustný (nevyhnutelný) konec činnosti	NPK	$t_j^{(1)}$
čas trvání činnosti	D	y_{ij}
výchozí uzel	i	
navazující uzel	j	[8]



Obr. 29 Popis síťového grafu [8]

5 NÁVRH VYBRANÉHO UMÍSTĚNÍ

Tato část diplomové práce se zabývá finálním umístěním nového lisu Umformtechnik 800 ve výrobních prostorech. Je zde popsáno umístění lisu a popis činností, které mají následovat pro realizaci jeho instalace.

Jako finální umístění lisu navrhuji řešení č. 4 a to z důvodu nejkratších materiálových toků. Navržené řešení vyžaduje minimální náklady na jeho realizaci a zaručuje zlepšení materiálových toků a uložení nástrojů. Také vzdálenost manipulace se šrotem bude minimální.

Jak již je zmíněno výše, nový lis bude umístěn do zadní části lodi H2. V současné době se zde nachází strojní údržba, údržba nástrojů a pracovní stoly. Přesunutím strojní údržby do lodi H1 nebude třeba vynaložit jakýchkoliv nákladů. V současné době je v lodi H1 umístěna lehká lisovna, kterou doporučuji přesunout do svařovny.

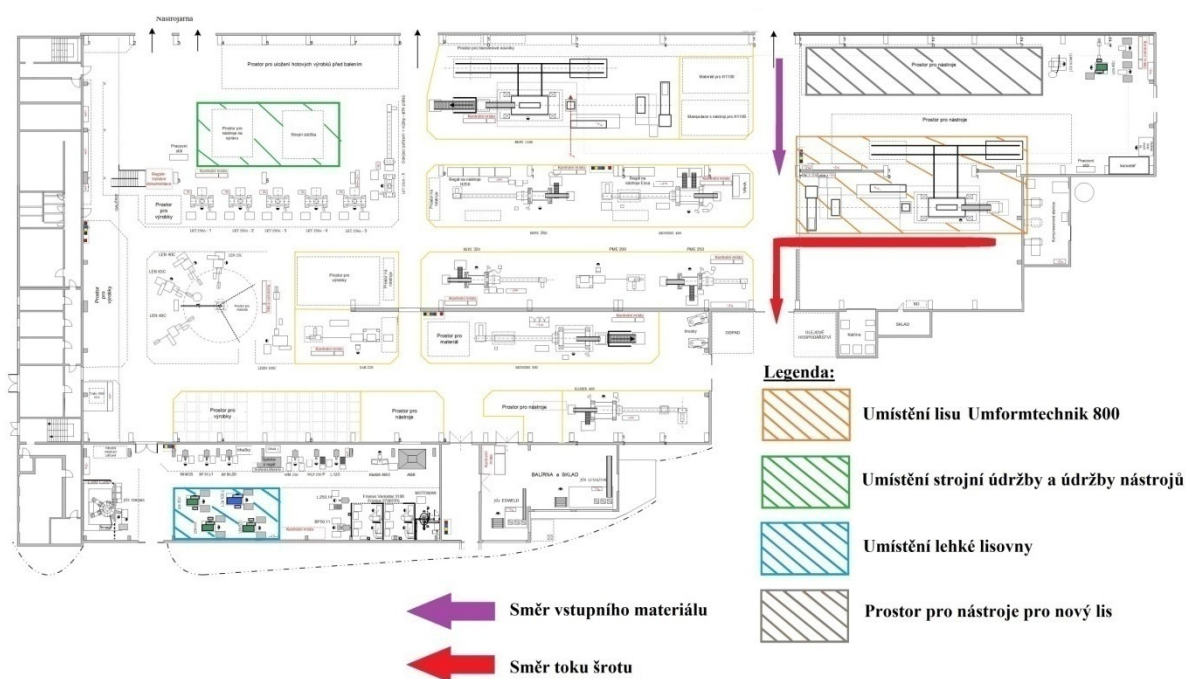
Výhodou tohoto umístění je, že předchází prašnosti. Díky tomuto umístění nebude nutné bourat zeď mezi lodí H1 a H2, jelikož v současné době je zde průchod, který je pro kolejovou dráhu dostatečný. Právě kolejová dráha pro pohyblivé stoly bude umístěna do lodi H1.

V lodi H1 budou skladovány nástroje pro nový lis Umformtechnik 800. Díky tomuto umístění lisu a nástrojů dosáhneme krátkých manipulačních časů jednotlivých nástrojů pro nový lis.

Pro realizaci tohoto umístění je nutné pořízení nového jeřábu s nosností 25 tun do lodi H1 pro možnost manipulace s nástroji a pro jejich skladování na sebe. Jako další pozitivum této varianty je minimální nárok na odvoz šrotu z výrobní haly. Situační schéma nového umístění lisu je přiloženo v příloze L.

5.1 Hlučnost

Pořízením nového stroje se ve výrobních prostorách zvýší hladina akustického tlaku a mohlo by dojít k nepříznivým pracovním podmínkám. Od výrobce nového lisu již víme, že nový lis by neměl přesáhnout hranici 75 dB, avšak ve výrobních prostorech doposud nebyla nikdy provedena žádná měření. Právě proto navrhuji vypracovat studii přípustných hodnot hluku dle zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví. Měření musí provést autorizovaná firma se zaškolenými pracovníky. Hodnoty by měly být naměřeny přes den i v noci, zda nedochází k překročení limitů. Kdy hodnota mimo výrobní halu by neměla přesáhnout 50 dB a v noci 40 dB ve vzdálenosti jeden metr od nejbližšího obytného objektu. Přípustná hygienická hranice ve výrobních prostorech nesmí přesáhnout 85 dB.



Obr. 30 Vybraná varianta

5.2 Kapacitní propoččet pro nový lis

Kapacitní výpočet provedu pro lis Umformtechnik 800, kdy hodnotu efektivního časového fondu dělníka a využitelnou kapacitu pracoviště nechám shodnou s hodnotou pro lis Heilbronn 1100. Následovat bude výpočet taktu lisovací linky a nakonec výpočet doby vylisování jedné součásti na novém lisu. Počet vyrobených kusů nového lisu jsem stanovil po konzultaci s plánovačem výroby společnosti s výhledem na budoucí zakázky.

Efektivní časový fond dělníka E_{de} [1]

$$E_{de} = D_r - A - B - C - G \quad (8)$$

Kde:

D_r je počet dnů v roce $D_r = 365 \text{ dnů}$

A je počet dnů sobot a nedělí $A = 104$

B je počet dnů placených svátků $B = 9 \text{ dnů}$

C je počet dnů dovolené $C = 25 \text{ dnů}$

G je počet dnů pracovní neschopnosti a obecných překážek v práci $G = 28 \text{ dnů}$

$$E_{de} = 365 - 104 - 9 - 25 - 28 = 199 \text{ dnů / rok}$$

Využitelná kapacita pracoviště na jednu směnu E_{se} [1]

$$E_{se} = E_{de} \cdot h \cdot s \cdot g \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right) \quad (9)$$

Kde:

h je počet pracovních hodin za směnu $h = 8 \text{ hodin}$

s je směnnost pracoviště $s = 1$

g je počet vzájemně zaměnitelných pracovišť $g = 1$

z je počet nevyhnutelných časových ztrát, volím $z = 7\%$

$$E_{se} = E_{de} \cdot h \cdot s \cdot g \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right) = 199 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{7}{100}\right) = 1481 \text{ hod / rok}$$

Takt stroje (linky) t [1]

$$t = \frac{60 \cdot E_{se} \cdot s_s \cdot \eta}{n} \quad (10)$$

Kde:

t je takt stroje (linky) *min*

s_s je směnnost strojního pracoviště $s_s = 1$

η je součinitel časového využití stroje (0,8 - 0,9), volím $\eta = 0,9$

n je počet výrobků za rok $n = 5\,000\,000$ ks

$$t = \frac{60 \cdot E_{se} \cdot s_s \cdot \eta}{n} = \frac{60 \cdot 1481,1 \cdot 0,9}{5\,000\,000} = 0,016 \text{ min}$$

Celková průběžná doba výroby součásti na lince T_p [1]

$$T_p = n_o \cdot t \quad (11)$$

Kde:

T_p je celkový čas výroby součásti na lince *min*

n_o je počet operací $n_o = 7$

$$T_p = n_o \cdot t = 7 \cdot 0,016 = 0,112 \text{ min} \Rightarrow \text{to je } 6,72 \text{ sekund}$$

Lis Heilbronn 1100 má celkový čas výroby jedné součásti 9,66 sekund. Oproti tomu nový lis bude mít tento čas skoro o 3 sekundy kratší, a tudíž bude produktivnější.

Po propočítání kapacitních propočetů nového lisu je jasné, že nový lis má kratší průběžnou dobu výroby jednoho dílu, než lis Heilbronn 1100. Pro stanovení počtu kusů vyrobených za rok pro nový lis Umformtechnik 800 bylo nutné stanovit předběžné číslo s výhledem na zakázkové požadavky.

Dalším krokem této práce jsou předběžné průzkumy půd a spodních vod pod výrobní halou. Z dřívějších stavebních úprav je známo, že výrobní areál společnosti MORAVIA Stamping a.s. ve Fulneku stojí na rašeliništích. Půda pod halou je mokrá a nestabilní.

Co se týče spodních vod tak nejsou známy žádné spodní toky s ohledem na ochranná vodní pásma. Hydrologický průzkum se provádí do hloubky 4 metrů. Geologický průzkum bude proveden vrtem do hloubky deseti metrů. Další průzkumy není třeba provádět.

Pro realizaci této varianty bude potřeba pořízení nového mostového jeřábu do lodi H1. Nový jeřáb umožní stohovat nástroje na sobě a uspoří prostor pro nové nástroje. Navrhují pořízení klasického elektrického jeřábu ve dvounosníkovém provedení s nosností 25 tun. Dále navrhují provést renovaci na jeřábu v lodi H2. Při instalaci nového lisu do lodi H2 se zvýší počet manipulačních operací v této lodi.

Dodavatel lisu je zavázán dodat výkresovou dokumentaci a zátěžový projekt lisu. Následovat bude vytvoření průvodní zprávy, souhrnné technické zprávy a dále zastavovací plán, kde budou vyznačeny přívody jednotlivých energií.

5.3 Doporučený postup instalace nového lisu

Tento doporučený postup instalace nového lisu bude potřeba konzultovat s výrobcem a stavební firmou.

1) Bourací práce

Nebude potřeba bouracích prací, jelikož toto umístění nabízí dostatek prostoru pro pohyb a manipulaci kolem něj.

2) Výkopové a vrtací práce

Dále se bude pokračovat ve vrtacích pracích v lodi H2 v prostorech umístění nového lisu. Pro zamezení prašnosti navrhují natažení průsvitné plachty pro zamezení šíření prachu do dalších výrobních prostor. Dále navrhují v místě výkopů vymezit prostor pomocí výstražné pásky pro zvýšení bezpečnosti. V místě instalace lisu se provedou výkopy do hloubky 4 metrů a vložení pilotů do vyvrtaných děr.

3) Základy

Po vrtacích a výkopových pracích bude následovat práce na železobetonových základech pod lis. Do uložení pod lis patří antivibrační podložka pod lis, šaboty a tlumicí vložka, která může být z pryže. Pod šabotou je tlumicí podložka, která je z tvrdého dřeva. Následovat bude betonování podlah a vyrovnání jednotlivých rozdílů mezi nimi.

4) Nadzemní nosné konstrukce

Pokračovat se bude montáží jednotlivých částí lisovací linky a hlavně montáží hlavních konstrukčních částí lisu. Jako první bude položen stůl (buchar) a na něj budou navazovat další konstrukční prvky.

5) Montáž ostatních zařízení lisovací linky

Jako poslední bude instalace a montáž odvíjecího zařízení, které bude sloužit k upnutí lisovaného materiálu. Také se provede montáž rovnacího zařízení a podavače plechů s mazacím zařízením. Všechna tato zařízení jsou od společnosti, která dodává nový lis.

Po úspěšné montáži všech zařízení se může spustit zkušební provoz a vyhodnocení kvality vyrobených dílů z nového lisu. Následovat může zaškolení údržbářů, seřizovačů a výrobních pracovníků. Celková doba instalace a chodu stroje by neměla trvat déle jak 173 dní.

6 ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU PRÁCE

Ve společnosti MORAVIA Stamping a.s. jsem zmapoval materiálový tok a zaměřil se na kritická místa ve výrobě. Z důvodu nedostatku kapacit je nutnost pořízení nového lisu. Nový lis byl vybrán pomocí metody vícekritériálního rozhodování. Dále jsem navrhnul harmonogram jednotlivých činností, které jsou nezbytně nutné pro jeho instalaci a stanovil kritickou cestu. Instalace a chod stroje by neměla trvat déle jak 173 dní.

Návrhy pro nové umístění lisu jsou popsány z hlediska výhod a nevýhod. Porovnání jednotlivých navržených variant je uvedeno v tabulce č. 21. Ke každé navržené variantě je v příloze přiloženo situační schéma nového umístění. Každá navrhovaná varianta je řešena s ohledem na skladové a odpadové hospodářství. V návrzích řešení je nové umístění navrženo tak, aby materiálové toky byly co nejkratší a náklady na instalaci stroje byly co nejmenší.

Tab. 21 Zhodnocení jednotlivých variant

Návrhy řešení	Výhody	Nevýhody
1	(+) hotové výrobky jsou blízko balírny (krátký pohyb zboží) (+) nebude nutnost dalších stavebních úprav (+) jednoduchá manipulace se šrotem	(-) přestěhování lehké lisovny (-) ztráta skladovacích prostor hotových výrobků v lodi H1 (-) chybějící prostor pro nástroje pro nový lis
2	(+) odvíjecí zařízení umístěno blízko hutního skladu (+) krátký pohyb hotových výrobků (+) přístup díky vratům na konci lodi H1	(-) ztráta prostoru pro uložení nástrojů (-) ztráta prostor pro nakládku a vykládku nástrojů
3	(+) nebude potřeba řešit jeřáb do lodi H2 (+) v uvolněném prostoru vznikne prostor pro nástroje a hotové výrobky (+) krátký pohyb materiálu a šrotu	(-) přestěhování strojní údržby a údržby nářadí (-) část linky bude mimo halu (-) nutnost pořízení jeřábu do lodi H1
4	(+) nebude potřeba řešit jeřáb do lodi H2 (+) v uvolněném prostoru vznikne prostor pro nástroje a hotové výrobky (+) krátký pohyb materiálu a šrotu (+) nebude potřeba bouracích prací mezi lodi H1 a H2	(-) přestěhování strojní údržby a údržby nářadí (-) nutnost pořízení jeřábu do lodi H1

Vybrané finální umístění je z hlediska výhod a nevýhod neoptimálnější variantou. Navrhované řešení zaručuje nejkratší materiálové toky a nejmenší náklady na jeho realizaci. Ve finálním umístění nového lisu je popsán doporučený postup instalace a dále je doporučeno provést měření hlučnosti a popis jednotlivých činností pro zachování bezpečnosti při stavebních a montážních pracích.

Všechny navrhované varianty jsou využitelné v praxi, protože šlo o řešení aktuálního problému, který chtěl podnik vyřešit. Realizace finálního umístění lisu záleží na vedení společnosti a na financích, které by chtěla firma poskytnout.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navržení nového umístění lisu tak, aby nová dispozice byla co nejefektivnější a nejproduktivnější. Dalším cílem této práce bylo vybrat pomocí metody vícekriteriálního rozhodování optimální nabídku na nový lis.

Na zpracování diplomové práce byly použity interní údaje firmy. Použité byly technologické postupy typových výrobků, které byly lisovány technologií, kterou bude disponovat nový lis.

Úvodní kapitola se zabývá pojmy z oblasti řešené problematiky, které je nezbytně nutné znát.

V následující kapitole je stručně charakterizován současný stav podniku, jeho strojní park, jednotlivá pracoviště, počty vyrobených kusů a dále jsou popsány jednotlivé dispozice ve výrobních prostorech. Následně je vybrán lis pomocí metody vícekriteriálního rozhodování a dále je toto nové výrobní zařízení popsáno včetně jednotlivých součástí lisovací linky. Dále jsou sestaveny schémata materiálového toku pro čtyři vybrané výrobní představitelé. Na konci této kapitoly jsou uvedeny kapacitní výpočty.

V další kapitole se práce zabývá definováním problému a stanovením cílů, které měla práce dosáhnout.

Následující kapitola se věnuje jednotlivým navrhovaným řešením, které byly navrženy pomocí vhodných metod.

Závěrečná kapitola se zabývá detailním popisem doporučeného návrhu řešení, kdy tato varianta je plně využitelná v praxi. Vhodnost tohoto návrhu byla konzultována s výrobním a technickým ředitelem a bude brzy realizována.

Použitá a studovaná literatura

- [1] SMETANA, Jiří. *Projektování technologických pracovišť*. 1. vyd. Ostrava: Ostravské tiskárny, 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9.
- [2] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I*. Vydání třetí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
- [3] SKALÍK, Pavel. *Základy projektování*. Ostrava: VŠB-TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2011
- [4] MUTHER R.: *Systematické projektování (SLP)*, SNTL, Praha, 1970.
- [5] *Interní podklady společnosti*
- [6] MORAVIA Stamping a.s.: *Certifikáty. MORAVIA Stamping a.s.: Certifikáty* [online]. 2015 [vyd. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.moraviastamping.com/certifikaty/>
- [7] Ebu Umformtechnik. *Ebu UMFORMTECHNIK: automatic punching press* [online]. 2015 [vyd. 2015-04-21]. Dostupné z: http://www.ebu-umformtechnik.de/xist4c/download/web/ebu+UMFORMTECHNIK++punching+machines__uplId_17725__coId_1736_.pdf
- [8] ŠAJDLEROVÁ, I. *Organizace a řízení: cvičení I*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2003. 68 s. ISBN 80-248-0227-9.
- [9] NOVÁK, J. *Organizace a řízení*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2006. 1. vyd., 105 s. ISBN 80-248-1223-1.
- [10] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. 2.vyd. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1.
- [11] MUTHER, R., HAGANÄS, K. *Systematické navrhování manipulace s materiálem*. 2. vyd. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1973. 129 s.
- [12] TUČEK, D., BOBÁK R. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. uprav. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.
- [13] SMETANA, J. *Projektování průmyslových závodů*. Ostrava: VŠB - TU Ostrava, 1990, 114 s.
- [14] KOTOUČ, J. *Nástroje pro tváření za studena*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1978, 158 s.

Seznam obrázků

Obr. 1 Technologické uspořádání pracovišť	13
Obr. 2 Předmětné uspořádání	14
Obr. 3 Modulární uspořádání	15
Obr. 4 Buňkové uspořádání	15
Obr. 5 Kombinované uspořádání	16
Obr. 6 Schematické znázornění linky	17
Obr. 7 Schéma lisovací linky na svitky plechu	19
Obr. 8 Historické lisy	20
Obr. 9 Sídlo společnosti	21
Obr. 10 Logo společnosti MORAVIA Stamping a.s.	22
Obr. 11 3D SMS WENZEL LH 87	23
Obr. 12 3D SMS MITUTOYO GEOBOY 500	23
Obr. 13 Přivařování matic	24
Obr. 14 Robotizované pracoviště	25
Obr. 15 Oddělení obrábění	25
Obr. 16 Lisy umístěné v druhé lodi	26
Obr. 17 Ukázka vyrobeného dílu z lisu Heilbronn 1100	27
Obr. 18 Současné dispozice ve výrobě	31
Obr. 19 Skladování vstupního materiálu	32
Obr. 20 Současné skladování nástrojů	32
Obr. 21 Manipulace a skladování s hotovými výrobky	33
Obr. 22 Návrh řešení č.1	47
Obr. 23 Návrh řešení č.2	49
Obr. 24 Návrh řešení č. 3	50
Obr. 25 Návrh řešení č.4	52
Obr. 26 Síťový graf	54
Obr. 27 Síťový graf - nejdříve možné termíny	54
Obr. 28 Síťový graf - nejpozději přípustné termíny	55
Obr. 29 Popis síťového grafu	56
Obr. 30 Vybraná varianta	58

Seznam tabulek

Tab. 1 Strojní park - lisy.....	27
Tab. 2 Strojní park - počet vyrobených kusů	28
Tab. 3 Tabulka jednotlivých kritérií.....	34
Tab. 4 Hodnocení kritérií jednotlivých expertů	36
Tab. 5 Celkové hodnocení daných kritérií	36
Tab. 6 Koeficienty významnosti	37
Tab. 7 Normované koeficienty významnosti	38
Tab. 8 Hodnoty jednotlivých kritérií.....	39
Tab. 9 Stanovení dílčích pořadí jednotlivých variant	40
Tab. 10 Vyhodnocení jednotlivých variant	41
Tab. 11 Technické parametry lisu	42
Tab. 12 Technické parametry odvíjecího zásobníku.....	42
Tab. 13 Technické parametry rovnáčky	43
Tab. 14 Technické parametry elektronického válečkového posuvu	43
Tab. 15 Technické parametry transferu.....	43
Tab. 16 Výhody a nevýhody navrhovaného řešení č. 1	48
Tab. 17 Výhody a nevýhody navrhovaného řešení č. 2	49
Tab. 18 Výhody a nevýhody navrhovaného řešení č. 3	51
Tab. 19 Výhody a nevýhody navrhovaného řešení č. 4	52
Tab. 20 Seznam činností	53
Tab. 21 Zhodnocení jednotlivých variant	63

Seznam grafů

Graf 1 Srovnání vyrobených a plánovaných kusů	29
Graf 2 Normované koeficienty významnosti - grafické vyjádření.....	38

Seznam příloh

Příloha A: Certifikáty kvality: ISO 14001:2004, ISO 9001:2008, ISO/TS 16949:2009

Příloha B: Současná dispozice

Příloha C: Technologické postupy pro díly 525, 543, 12435 a Miele

Příloha D: Schémata materiálových toků pro díly 525, 543, 12435 a Miele

Příloha E: Návrh řešení č. 1

Příloha F: Návrh řešení č. 2

Příloha G: Návrh řešení č. 3

Příloha H: Návrh řešení č. 4

Příloha I: Síťový graf

Příloha J: Síťový graf - nejdříve možné termíny

Příloha K: Síťový graf - nejpozději přípustné termíny

Příloha L: Situační schéma nového umístění lisu

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval své vedoucí Ing. Vladimíře Schindlerové z VŠB - TU v Ostravě za odborné vedení a poskytování důležitých rad a připomínek při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Petru Řehovi ze společnosti MORAVIA Stamping a.s. za konzultace a cenné připomínky z praxe. Také bych rád poděkoval svojí rodině, která mě po dobu celého studia podporovala.